SHOUT
SHARE
IT

Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel

Band XXVII

Mit 13 Tafeln, 1 Portrait und 51 Textfiguren.

Basel
Georg & Cie., Verlag
1916

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

Druck von Emil Birkhäuser, Basel.

Inhalt.

Physik und Meteorologie. Seite

Th. Niethammer. Untersuchung einer Riefler'schen Pendeluhr . 100
W. Mörikofer. Klimatische Normalwerte für Basel 149

Chemie.

H. Rupe und F. Müller. Chemische und metallographische Untersuchung prähistorischer Eisenfunde 108

Geologie.

Th. Reinhold. Die Goldpyritgänge von Brusson in Piemont . . 49
A. Buxtorf. Prognosen und Befunde beim Haüensteinbasis- und Grenchenbergtunnel und die Bedeutung der letztern für die Geologie des Juragebirges 184

Palaeontologie.

K. Strübin. Nerinea basileensis Thurm., aus dem untern Hauptrogenstein der Umgebung von Basel 5
H. G. Stehlin. Über einen Ovibosfund aus dem späten Pleistocän des schweizerischen Mittellandes 93

Zoologie.

L. G. Courvoisier. Über Männchenschuppen bei Lycaeniden . 11
P. Revilliod. A propos de l'adaptation au vol chez les Microchiroptères 156

Nekrologe.

C. Schmidt. Worte der Erinnerung an Prof. Dr. F. Mühlberg . 1
A. Hagenbach. Zur Erinnerung an Dr. Pierre Chappuis . . . 87

Bericht über das Naturhistorische Museum für das Jahr 1915 von Dr. F. Sarasin 255

Bericht über die Sammlung für Völkerkunde des Basler Museums für das Jahr 1915 von Dr. F. Sarasin 280

Dr. J. M. Zieglersche Kartensammlung. Siebenunddreissigster Bericht 1915. Dr. H. G. Stehlin 310

Chronik der Gesellschaft 314

Jahresrechnung der Gesellschaft 316

Nachtrag zum Mitgliederverzeichnis von 1915 318

21621

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLL MASS.
LIBRARY

Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I und II zu L. G. Courvoisier:
Über Männchenschuppen bei Lycaeniden.

Tafel III, IV, V, VI, VII und VIII zu Th. Reinhold:
Die Goldpyritgänge von Brusson im Piemont.

Tafel IX zu Th. Niethammer:
Untersuchung einer Riefler'schen Pendeluhr.

Tafel X, XI, XII und XIII zu A. Buxtorf:

Worte der Erinnerung an Prof. Dr. F. Mühlberg.

Geb. 19. April 1840; gest. 25. Mai 1915.

Von

C. Schmidt.

Am Dienstag Abend des 25. Mai ist in Aarau nach kurzer schwerer Krankheit Professor Dr. *Friedrich Mühlberg* im Alter von über 75 Jahren gestorben. F. Mühlberg war Lehrer der Naturwissenschaften von 1862 bis 1866 in Zug und von 1866 bis 1911 — in einem Zeitraum von 45 Jahren — in seiner Vaterstadt Aarau. Ein halbes Jahrhundert lang haben Tausende von Jünglingen im empfänglichen Alter von 16—20 Jahren in seinem von tiefem Ernst durchdrungenen Unterrichte es für ihr Leben lang gelernt, welch ideale Kraft und welch materielle Macht für die Kultur der Menschheit ihre Wurzel haben in der Pflege der Naturwissenschaften. Wir sehen aber auch, wie in immer wachsender Zahl Mühlbergs Schüler in seiner Schule die sichere Basis für den künftigen Lebensberuf finden. Nicht nur eine nicht zu unterschätzende Summe faktischen Wissens, sondern noch viel mehr die von ihm gelehrte Methodik und Denkart der Naturforschung waren es, die Mühlbergs Schüler auf der Universität mit Sicherheit ihren Weg finden liessen. Ungewöhnlich gross ist die Zahl Mühlbergs Schüler, die seine Pfade zu ihrem Lebensweg erkoren haben; weit über ein Dutzend derselben, darunter auch der eine seiner beiden Söhne, sind *Geologen* geworden. Einstige Schüler der Kantonsschule in Aarau wirken überall im Schweizerlande als *Lehrer* — mancher darunter selbst schon betagt —, an Mittel- und Hochschulen die Fächer Mühlbergs vertretend. Es ist gesagt worden, dass nicht von ungefähr Mühlberg die Lehrstühle seiner Fächer an Hochschulen mit seinen Schülern bevölkerte, wie es kaum ein zweiter Mittelschullehrer vermocht hat. Wir alle aber wissen es und erfahren es täglich, was wir Mühlberg verdanken.

Mühlberg war eine durchaus eigenartige, selbständige, oft sogar eigensinnige Natur. Was er andern zu bieten hatte, das wollte er selbst erarbeitet haben. Er ging nicht den bequemen, wohlbegangenen breiten Weg; es war ihm Bedürfnis, selbst sich Pfade zu bahnen und dabei eigene Ernte zu halten. Sein Unterricht hielt sich nicht an das Schema des Lehrbuches. Kein Wunder, dass so Mühlberg aus innerem Antriebe heraus selbständiger Forscher werden und wertvolle eigenartige Arbeiten vollenden musste.

Nach Absolvierung der „Industrieschule“ in Aarau hat Mühlberg im Herbst 1859 das Polytechnikum Zürich bezogen, wo er speziell an der chemisch-technischen Abteilung studierte. Mag er auch während seiner kurzen Studienzeit gewisse bleibende Anregungen für seinen spätern Beruf gefunden haben, die grosse Masse dessen, was er später geleistet hat, war sicherlich nicht die Frucht der erlangten Schulweisheit, sondern neu erworbenes Gut. Sehr bald wurde der *Naturforscher* Mühlberg bekannt. Die Fülle seiner Veröffentlichungen ist eine sehr grosse und zugleich vielseitige. Er widmete sich namentlich botanischen und geologischen Spezialforschungen, seine Anschauungen über den Unterricht der Naturwissenschaften auf dem Gymnasium legte er in pädagogischen Aufsätzen dar, die von besonderer Wucht und bleibender Bedeutung sind. In *Basel* ist der Name Mühlbergs bald beachtet worden. Die philosophische Fakultät ernannte ihn im Jahre 1888 zum Doctor honoris causa. Diese Ehrung galt „dem Professor der Naturkunde am Aargauischen Gymnasium, dem Mitglied der Prüfungskommission für Kandidaten der Medizin, dem eifrigen Mitglied der Aargauischen Naturforschenden Gesellschaft, dem gewesenen Jahrespräsidenten der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, der nicht nur durch genaue Abhandlungen über die Natur und den Ursprung des Gebirgsbaues und der Gewässer unseres Landes, sondern auch durch seinen Unterricht, der den höchsten Beifall seiner Zuhörer fand, die Kenntnis der realen Welt kräftig vermehrt und gefördert hat.“ — Im Jahre 1893 ernannte die Naturforschende Gesellschaft in Basel Mühlberg zu ihrem korrespondierenden Mitglied, und der zehnte Band unserer Verhandlungen enthält eine umfangreiche Arbeit über die Tektonik im Basler- und Solothurner Jura.

Es ist durchaus begreiflich, dass Mühlberg als Lehrer sämtlicher beschreibenden Naturwissenschaften auf höherer Schulstufe in allen diesen Disziplinen Problemen begegnete, die ihn zu wissenschaftlicher Arbeit anregten. Die lange Reihe der Vorträge, die er in den Sitzungen der Naturforschenden Gesellschaft in Aarau gehalten, seine Eröffnungsrede als Jahrespräsident der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Aarau im Jahre 1881 legen Zeugnis ab von seiner Vielseitigkeit. *Zoologische* Arbeiten Mühlbergs befassen sich mit den Schädlingen der Landwirtschaft: Phylloxera und Blutlaus. Er hat in Südfrankreich die Reblausherde studiert. Im Jahre 1887 sprach er über ausgestorbene und aussterbende Tiere. Von *botanischen* Veröffentlichungen ist die im Jahre 1880 erschienene Flora des Kantons

Aargau, das Ergebnis jahrzehntelanger, mit eiserner Konsequenz durchgeführter, mühsamer Forschung, besonders bemerkenswert. Vor allem aber sind es die wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der *Geologie,* die Mühlbergs Namen weit über die Grenzen des Aargaus und der Schweiz hinaus bekannt und geehrt gemacht haben. Hier mögen wohl Anregungen von Zürich, ausgehend von Arnold Escher v. d. Linth, ihn geleitet haben. Von den geologischen Untersuchungen, die Mühlberg uns geschenkt hat, kann man füglich sprechen als von einem Lebenswerk. Es entspricht ganz der Arbeitsweise, dem Charakter Mühlbergs, wie er diese Untersuchungen, in frühester Zeit begonnen, während Jahrzehnten unablässig verfolgt und, jeden zur Verfügung stehenden Moment ausnützend, Glied an Glied in der Kette seiner Beobachtungen aneinander reiht. Äussere Lebensumstände und wohl auch die Art seiner Geistesanlage gestatteten ihm nicht mit wuchtigen, stolzen Quadern zu bauen; mühsam Steinchen an Steinchen fügend, errichtete er sein wohlgefügtes Haus — und in eifrigem Bauen ist er entschlafen. In weiser Beschränkung hat Mühlberg seine geologischen Untersuchungen wesentlich nach drei Richtungen hin gefördert.

Zur Zeit als Mühlberg studierte und als junger Lehrer in Zug und in Aarau amtete, begannen in der Schweiz die genauen Untersuchungen zur Feststellung der Zeugen des Glazialphänomens, wie sie als Moränen und erratische Blöcke entwickelt sind. Die erratischen Bildungen im Aargau sind von Mühlberg monographisch im Jahre 1869 und 1878 bearbeitet worden. Die im Jahre 1884 erschienene Karte der Glazialbildungen in der Schweiz von Alphonse Favre bringt die Mühlberg'schen Beobachtungen zur Darstellung. Die Untersuchungen über das Eiszeitalter mehrten sich gewaltig im Laufe der Jahre. Die Bedeutung der glazialen Schotter wurde immer mehr betont. Mühlberg beteiligte sich mit Eifer an den Untersuchungen nach den neuen und neuesten Gesichtspunkten, er vertrat die Anschauung, dass fünf Vergletscherungen unser Land überzogen hätten.

Unter den ersten Vorträgen, die der junge Lehrer in Aarau hielt, finden wir das Thema: Einfluss des Waldes auf die Temperatur der Quellen (1869). Im Jahre 1904 und 1905 erschienen die Berichte über die Erstellung einer Quellenkarte des Kantons Aargau. Leider konnte nur als ein Specimen der Karte selbst die „Quellenkarte der Umgebung von Brugg" veröffentlicht worden. In wissenschaftlichen Zeitschriften ist die bewunderungswürdige Arbeit eingehend besprochen und anerkannt worden, aber der Nachwelt ist es überbunden, *den* Dank abzustatten, der dieser gewaltigen Arbeit gebührt.

Zur Zeit als Mühlberg anfing den Aargauer und Basler Jura zu durchforschen, war die geologische Untersuchung von Seiten der eben erst gegründeten Geologischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in die Hände von A. Müller und C. Mösch gelegt; die geologischen Karten im Masstab 1 : 100,000 waren in Bearbeitung. Die Untersuchungen von Mösch waren vorwiegend stratigraphisch-paläontologischer Natur. In stiller Arbeit ging Mühlberg jahrelang seine eigenen Wege. Im Jahre 1872 versuchte er durch Konstruktion eines Profilreliefs die komplizierte Lagerung der Schichten im Gebiete des Bötzbergtunnels sich klar zu machen. Er lehrte seine Schüler geologische Profile durch den Faltenjura zeichnen. Wie sehr er gelernt hatte, die Probleme zu verstehen und wie er den richtigen Weg zur Erkenntnis gefunden hatte, erfuhr man erst im Jahre 1888, als er in Berücksichtigung des Jura-Tunnels über das Grenzgebiet von Ketten- und Tafel-Jura eine inhaltsreiche Arbeit veröffentlichte. Diesem Thema ist nun Mühlberg in grosszügiger Weise treu geblieben. Er hatte die Genugtuung, Schritt für Schritt seine Arbeit anerkannt zu sehen, des öftern führte er seine Fachgenossen aus allen Ländern durch sein Untersuchungsgebiet, die Schweizerische Geologische Kommission förderte in weitgehendem Masse seine Arbeiten; die Richtigkeit seiner Beobachtungen und Schlussfolgerungen konnte er achtungswerten Gegnern gegenüber erproben. Als der Hauensteintunnel in Angriff genommen wurde, war es Mühlberg, der den Schweizerischen Bundesbahnen das geologische Gutachten vorzulegen hatte. Er hat es noch erlebt, dass die Richtigkeit seiner Prognose klar sich offenbart hat.

Leider war die Zeit seit dem Rücktritt vom Amte zu kurz, als dass Mühlberg seine Untersuchungen über den ganzen östlichen Jura hätte vollenden können. Sechs Lieferungen von geologischen Karten im Masstab 1 : 25,000 und Erläuterungen sind erschienen. Die von Mühlberg bearbeiteten geologischen Karten gehören zu den besten, die wir überhaupt besitzen. Sie können als musterhaftes Beispiel dafür gelten, wie die topographische Karte im Masstab 1 : 25,000 verwendet werden soll für die geologische Untersuchung unseres Landes. — Den Abschluss der Monographie über Tafel- und Kettenjura — den Bezug des neuen Naturhistorischen Museums in Aarau hat Mühlberg nicht mehr erleben dürfen; zu Beidem aber hat er die festen Grundsteine gelegt.

Als im Jahre 1906 in Aarau das 40-jährige Amtsjubiläum Mühlbergs gefeiert wurde, hat er das Wort gesprochen: Was Du erkämpft in Deiner Jugend hast, erwirb's von Neuem um es zu besitzen. Nach diesem Wort hat er gelebt bis zum letzten Atemzuge.

Manuskript eingegangen 17. Juni 1915.

Nerinea basileensis, Thurm., aus dem untern Hauptrogenstein der Umgebung von Basel.

Von

Karl Strübin.

Im Jahre 1914 veröffentlichte ich eine kurze Arbeit[1]: „*Die stratigraphische Stellung der Schichten mit Nerinea basileensis am Wartenberg und in andern Gebieten des Basler Jura.*" Seither habe ich mich eingehend mit dem Studium dieser Gastropodenart befasst. Ich gebe die Resultate meiner Untersuchungen über *Nerinea basileensis Thurm.* in den nachfolgenden Zeilen bekannt.

Die ersten Kenntnisse über das Vorkommen der uns interessierenden Nerinea gehen weit zurück.

Bruckner[2]) publizierte schon im Jahre 1748 eine gute Abbildung von Steinkernen dieses Fossils vom Wartenberg bei Muttenz und zwar stammte das Bruckner vorliegende, als *Coagulum turbinatarum sive strombitarum* bezeichnete Original nicht aus den anstehenden Schichten, sondern wurde dem Gemäuer der nördlichsten der drei den Wartenberg krönenden Ruinen entnommen. Die eben zitierte Abbildung Bruckners hat in der Literatur öfters Berücksichtigung gefunden.

Später machte *Peter Merian*[3]) auf das Vorkommen von mehreren Zoll langen „*Strombiten*" auf dem Wartenberg aufmerksam und verwies dabei auf die Bruckner'schen Figuren.

Im Jahre 1832 erwähnte sodann *Thurmann*[4]) aus dem obern Malm des westlichen Jura eine neue Nerineenart. Er glaubte diese mit der von Bruckner abgebildeten und wie wir heute sicher wissen, aus dem Dogger (unterer Hauptrogenstein = Oolithe subcompacte, Thurm.) vom Wartenberg bei Muttenz stammenden Form vergleichen und identifizieren zu sollen und nannte sie *Nerinea Bruck-*

---

[1]) Verh. d. Nat. Ges. in Basel, Bd. XXV, pag. 203.

[2]) *Bruckner, D.* Versuch einer Beschr. hist. und nat. Merkwürdigkeiten der Landschaft Basel, I. Stück, Tab. 1 Fig. h, Basel 1748.

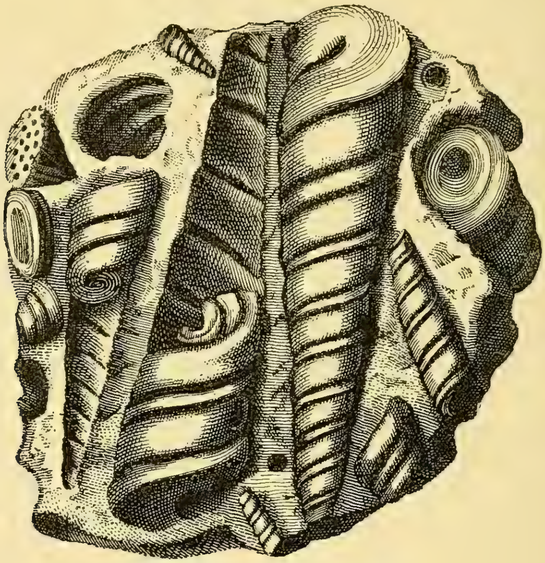
[3]) *Merian, P.* Beiträge zur Geognosie, I. Bd. pag. 50, Basel 1821.

[4]) *Thurmann, J.* Essai sur les soulèvements jurassiques de Porrentruy, Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg, pag. 12, Paris 1832.

neri. Thurmann war dabei der irrigen Ansicht, das Original zu Bruckners Figur stamme aus dem Malm.

Später (1859) sah *Thurmann* [5]) diesen Irrtum ein. Er gab daher eine genaue Abbildung und Beschreibung seiner neuen im Malm beobachteten Art, für die er die Bezeichnung *Nerinea Bruckneri* beibehielt. Die Doggerform vom Wartenberg aber belegte er mit dem neuen Namen **Nerinea basileensis.**

Thurmanns Richtigstellung ist vielfach übersehen worden, und so ist es zu erklären, dass wir da und dort unrichtigerweise *Nerinea Bruckneri, Thurm.* in der Literatur [6]) im *Hauptrogenstein* oder in den *Movelierschichten* (oberer Hauptrogenstein) erwähnt finden. Natürlich handelt es sich in allen diesen Fällen um *Nerinea basileensis* oder um eine andere *Dogger*form.



Em. Büchel ad Naturam delet pinxit.

Fig. 1.

Nerinea basileensis, Thurm. (Coagulum turbinatarum sive strombitarum, Bruckner) Reproduction der Abbildung Fig. h Tab. 1 aus Bruckners Werk.

Die in *Bruckners* Werk [7]) sich vorfindende Abbildung Tab. 1, Fig. h ist meines Wissens bis zur Zeit die einzige gute Abbildung von *Nerinea basileensis.* Da diese erwähnte Publikation aber ziemlich selten geworden und wohl nicht in wünschbarer Weise den Interessenten zugänglich ist, scheint es mir geboten, *Nerinea basileensis* hier noch einmal abzubilden und genau zu beschreiben.

---

[5]) *Thurmann, J.* et *Etallon, A.* Lethea Bruntrutana pag. 93, 1859.

[6]) *Müller, A.* Die Cornbrashschichten im Basler Jura, Verh. d. Nat. Ges. zu Basel 1870.

[7]) *Bruckner, D.* Versuch einer Beschreibung hist. und nat. Merkwürd. der Landschaft Basel, I. Stück, Basel 1748.

Das Original, das *Bruckner* abbildete, ist, wie mir Herr Dr. *E. Greppin,* der Vorsteher der jurassischen Sammlungen des Museums in Basel, gütigst mitteilte, nicht mehr vorhanden.

Ich sehe mich deshalb veranlasst, an Stelle des Originals, das ich gern neu abgebildet hätte, die *Bruckner*'sche Figur hier zu wiederholen (Fig. 1).

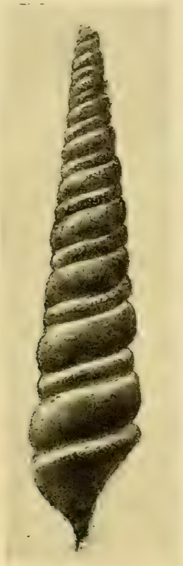


Fig. 2.

Nerinea basileensis, Thurm. Steinkern dieses Gastropoden vom Wartenberg b. Muttenz (Museum Liestal), etwas ergänzt.

Durch eigene Funde von Steinkernen und Negativen dieser Nerineenart auf dem Wartenberg, sowie an Hand eines durch Herrn Dr. *F. Leuthardt* vom kantonalen Museum in Liestal mir zur Verfügung gestellten Exemplars (Fig. 2), bin ich in den Stand gesetzt worden, *Nerinea basileensis* näher charakterisieren zu können, als es bis zur Zeit der Fall war.

Von *Nerinea basileensis* sind vorzugsweise die Steinkerne erhalten (Fig. 2). In den seltensten Fällen beobachten wir auch Stücke der Nerinea mit in Calcit umgewandelter Schale,[8]) die aber nicht deutlich ihre Oberflächenzeichnung zeigt. Das vollständigste Bild der Skulptur der ehemaligen Schale erhielt ich auf Letternmetallausgüssen von im Gestein wohl erhaltenen Negativen (Fig. 3 und Fig. 4). Wir können uns etwa folgendes Bild der ehemaligen Schale von *Nerinea basileensis* machen.

---

[8]) Ein solches stellt offenbar Fig. 1 Tab. 1 in *Bruckners* Werk dar. Hier kommt die Skulptur nicht zum Ausdruck, deshalb liess ich diese Abbildung der Schale von Nerinea basileensis von *Bruckner* unberücksichtigt.

Am untern Teil des Gehäuses treten die Zuwachsstreifen, die gegen die Naht hin zurückgebogen sind und als fein gebündelte Linien in die parallel zur Naht verlaufende stärkere Spiralrippe übergehen, deutlich hervor. Die Zuwachsstreifen sind S-förmig gebogen. Sie werden durch deutlich erkennbare Spiralverzierungen durchschnitten, so dass an gewissen Stellen eine schwach gegitterte Verzierung der Schalenoberfläche zustande kommt (Fig. 3).

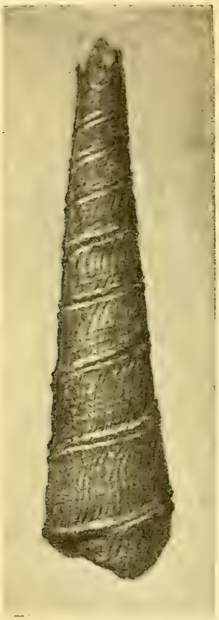


Fig. 3.

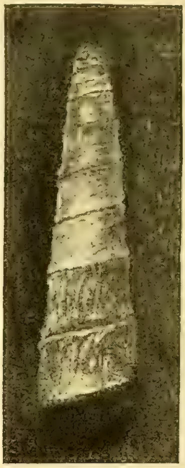


Fig. 4.

Fig. 3. *Nerinea basileensis, Thurm.* Letternmetallausguss eines Negativs, die Schalenoberfläche des Gastropoden darstellend, etwas retouchiert.

Fig. 4. *Nerinea basileensis, Thurm.* Letternmetallausguss eines Negativs.

Gegen den obern Teil des Gehäuses herrschen die einfachen Spiralverzierungen vor. Die Zuwachsstreifen kommen hier weniger mehr zur Geltung.

Der Umriss der Schale kommt bei Fig. 2 nicht sehr deutlich zum Ausdruck. Wir können an der Darstellung des zweiten Metallausgusses Fig. 4 diesen Umriss besser erkennen.

Nerinea basileensis scheint eine mit sehr bescheidenem Schmuck versehene Schale besessen zu haben.

Durch Anschleifen von Steinkernen liess sich teilweise ein Bild des Längsschnittes durch diesen Gastropoden herstellen. Wir können ohne Mühe die Spiralfalte, die Falte der Innenlippe und diejenige der Aussenlippe erkennen (Fig. 5 und Fig. 6).

Die Abbildungen im Text Fig. 5 und Fig. 6 lassen deutlich erkennen, dass *Nerinea basileensis* eine *Nerinea s. str.* ist.

Es war mir bis zur Zeit nicht möglich, ein vollständig ausgewachsenes, mit dem Mundsaum versehenes Exemplar dieser Nerineenart aufzufinden. Ausgewachsene Individuen dürften auf alle Fälle länger als 8 cm gewesen sein, da man nicht selten so lange Bruchstücke dieses Fossils sammeln kann.

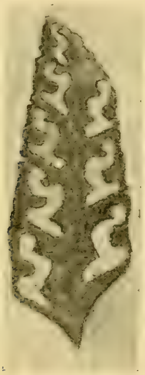


Fig. 5.

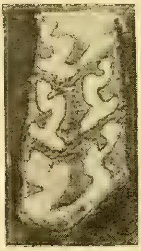


Fig. 6.

Nerinea basileensis, Thurm. Teilstücke eines Längsschnittes durch diesen Gastropoden vom Wartenberg.

Nerinea basileensis, Thurm. hat in ihrer äussern Form Ähnlichkeit mit *Nerinea bathonica, Rig. et Sauvg.* Doch weist Nerinea bathonica, wie aus der Abbildung Pl. XXVIII, Fig. 7 von *Cossmann* 9) hervorgeht, kaum sichtbare Zuwachsstreifen auf, während letztere bei Nerinea basileensis besonders im untern Teil der Schale ausgeprägt sind, so dass sie in dieser Hinsicht eher an *Nerinea esparcyensis, Piette* erinnert, welche Art ebenfalls in der bereits zitierten *Cossmann*'schen Arbeit, Pl. XXVIII, Fig. 10 abgebildet ist. Bei der Nerineenart vom Wartenberg treten besonders gut beobachtbare Spiralverzierungen hervor, die bei den eben erwähnten beiden aus

---

9) *Cossmann, M.* Contribution à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France (Gastropodes). Mém. de la soc. géol. de France, Paris 1885.

dem Jura von Frankreich stammenden Arten fehlen oder vielleicht nur schwach angedeutet sind.

Nerinea basileensis kommt vorzugsweise in der Abschlussbank des untern Hauptrogensteins (Oolithe subcompacte) vor und tritt besonders auf dem Wartenberg bei Muttenz häufig auf. Weiterhin wurde sie in der Umgebung von Liestal beobachtet.

In der Literatur wird diese Nerineenart auch in den *Movelierschichten* (Mergelhorizont im obern Hauptrogenstein) erwähnt. Da die Funde aus diesem geologischen Horizont aber nicht sehr gut erhalten sind, konnte ich nicht feststellen, ob es sich wirklich um *Nerinea basileensis, Thurm.* handelt.

Manuskript eingegangen 27. Oktober 1915.

Über Männchenschuppen bei Lycaeniden.

Von

L. G. Courvoisier.

Wie in andern Schmetterlingsfamilien, so sind auch in derjenigen der Lycaeniden Schuppen und Schuppenanordnungen bekannt geworden, welche geschlechtliche Eigentümlichkeiten darstellen, indem sie ausschliesslich bei einem Geschlecht vorkommen und beim andern durch nichts Entsprechendes vertreten sind. Bei den Lycaeniden kennt man sie bis jetzt nur im männlichen Geschlecht.

1877 machte der in Brasilien lebende Fritz Müller zuerst aufmerksam auf gewisse „Haarpinsel, Filzflecke und ähnliche Gebilde“ auf den Flügeln oder am Körper der Männchen einiger dortiger Falter aus verschiedenen Familien. Da er beobachtete, dass jene aus eigentümlichen Schuppen bestehenden Gebilde bei der Reibung der Flügel des lebenden Tiers moschus- oder vanille- oder fledermausartige Gerüche entwickelten, fasste er sie auf als Einrichtungen, die ein duftendes Sekret lieferten und damit die Weibchen anlocken könnten.

1878 griff der Zoologe Weismann in Freiburg diese Vermutung lebhaft auf. Er bezeichnete die von Müller beschriebenen Gebilde kurzweg als „Duftschuppen“ und „Duftorgane“, die aus wahrscheinlich in der Flügelhaut steckenden „Drüsenzellen“ ein ätherisches Öl an die Oberfläche bringen sollten. Diese Namen sind von vielen Autoren angenommen worden und heute fast allgemein gebräuchlich. Wer aber lieber nicht schon im Namen eine Hypothese aussprechen will, redet einfach von „männlichen Marken“.

Seither sind die betreffenden Einrichtungen wiederholt makro- und mikroskopisch bei verschiedenen Schmetterlingsfamilien untersucht worden. Von den Lycaeniden kenne ich nur spärliche Angaben. So hat Aurivillius 1880 die Schuppen der männlichen Marken von *Thecla w-album* und *pruni,* sowie von *Callophrys rubi* besprochen und solche von *w-album* abgebildet. Haase hat 1887 eigenartige Schuppen beschrieben, die in den Duftstreifen von *Plebeius dimorphus*

Röb. und *Rapala melampus* Cr., sowie in den Duftfeldern von *Poritia pharyge* Hew. und *Camena anysis* Hew. sitzen. Köhler hat 1900 von der mittelamerikanischen *thius* Hbn., die er irrtümlich zum Genus *Lycaena* rechnet, während sie zu *Thecla* gehört und die charakteristische Marke vieler Spezien dieses Genus besitzt, Schuppen abgebildet, die vermutlich aus dieser Marke stammten.

Männliche Marken in Gestalt Müller'scher „Filzflecke", d. h. zu Lagern oder Polstern vereinigter Schuppen, sind nun bei vielen *Thecla* und bei manchen andern zur Gruppe der *Theclinen* gehörigen Arten vorhanden. In allen diesen Fällen sind stets die übrigen Flügelflächen frei von besonderen männlichen Schuppen.

Die männlichen Marken sind von blossem Auge gut erkennbar. Sie können an verschiedenen Stellen angebracht sein. Ihre Lieblingsstelle ist auf der Oberseite des Vorderflügels die Gegend des Abschlusses der Mittelzelle und seine nächste Umgebung; so bei *Thecla lynceus* Esp. (spini Schiff.), *pruni* L., *w-album* Kn., *Callophrys* L. Die zahllosen südamerikanischen Arten dieser Gattung liefern alle erdenklichen Varianten in der Ausbildung der Flecke. Bei einzelnen treten solche durch grell weisse, gelbliche oder rötliche Färbung aus dem blauen oder grünen Grund auffallend hervor (*phegeus* Hew., *telemus* Cr., *ambrax* Wstwd., *halesus* Cr., *meton* Cr., *triquetra* Hew.); bei andern im Gegenteil durch sehr dunkle Farbe und dabei oft durch Ausfüllung des grössern Teils der Mittelzelle (*polybe* L., *carpasia* Hew.), ja durch Ausbreitung weit über diese hinaus (*ochus* G. und S., *orgia* Hew., *sista* Hew., *dolylas* Cr., *dumenilii* God.). Bei wieder andern sitzt der Fleck ausserhalb der Mittelzelle am Abgang der Medianrippen (*linus* Fbr., *togarna* Hew.), oder er zieht sich als breite Zunge hinter der Mittelzelle hindurch (*gabriela* Cr., *tagyra* Hew.).

Ähnliche Verhältnisse bestehen bei gewissen indomalayischen *Hypolycaenen* (*erylus* God., *phorbas* Fabr.), bei *Bullis* Nic. (*dominus* Druce) und *Iacoona* Dist. (*anasuja* Feld.), denen sich das afrikanische Genus *Hypokopelates* Druce (*otraeda* Hew.) anschliesst. Alle haben mächtige schwarze Flecke um den Abschluss der Vorderflügel-Mittelzelle herum.

Am Abgang der Medianäste sitzt die männliche Marke der indomalayischen Gattungen *Eooxylides* Nic. (*tharis* Hbn.) und *Ops* Nic. (*melastigma* Nic.). Einen langen durch die ganze Mittelzelle streichenden Wisch von gelblicher Farbe zeigen einzelne *Deudorix* (*domitia* Hew., *albapex* Nic.).

Statt eines Filzflecks trägt in seltenen Fällen der Vorderflügel auf der Oberseite in der zweitletzten Zelle ein sonderbares Haarbüschel, das aus einer warzigen, hinten wallartig aufgeworfenen Stelle entspringt und ein- und vorwärts gerichtet ist. Dies ist der Fall beim Genus *Thrix* Dohty (*gama* Dist.) von Nias.

Auch der Hinterflügel kann einen Filzfleck aufweisen: ein solcher findet sich bei der indischen Gattung *Yasoda* Dohty (*pita* Hsfld., *tripunctata* Hew.) längs des Innenrands als langgezogener schwarzer Strich.

Es kommen aber auch mehrfache Lokalisationen männlicher Marken vor. Besonders häufig ist folgende: der Vorderflügel trägt unten gegen den Innensaum einen breiten, eigens beschuppten, oft auch eigens, z. B. rötlich, bräunlich, schwärzlich gefärbten, mehr oder weniger scharf abgegrenzten Fleck; der Hinterflügel auf der Oberseite im Subcostalraum einen ähnlichen Fleck. Dies beobachtet man bei vielen südamerikanischen *Theclen* (z. B. *carteia* Hew., *cyllarus* Cr., *strephon* Fbr., *zigira* Hew.); bei dem gleichfalls südamerikanischen Genus *Trichonis* Hew. (*theanus* Cr.); ferner bei den indomalayischen *Drupadia* Mre. (ravindra Hsfld.), *Biduanda* Dist. (*thesmia* Hew., *theda* Feld., *namusa* Hew.), *Hysudra* Mre. (*selira* Mre.), *Manto* Nic. (*martina* und *hypoleuca* Hew.).

Eine andere Kombination besteht darin, dass der Innenrand des Vorderflügels unten einen weit vorwärts gerichteten Haarpinsel, oft von besonderer Farbe trägt, das Subcostalfeld des Hinterflügels oben einen breiten Filzfleck. So bei vielen afrikanischen und indomalayischen Gattungen: *Iolaus* Hbn. (*eurisus* Cr., *silas* Wstwd.), *Epamera* Druce (*sidus* Frim.), *Diopetes* Ksch. (*deritas* Hew.), *Kopelates* Druce (*virgata* Druce), *Camena* Hew. (*cippus* Fbr.), *Bindahara* Mre. (*phocides* Fbr.), *Rapala* Mre. (*nissa* Koll., *orseis* Hew., *xenophon* Fbr.), *Virachola* Mre. (*livia* Klug, *antalus* Hopff., *perse* Hew.), *Sinthusa* Mre. (*nasaka* Hsfld.).

Gleichsam das umgekehrte Verhältnis, wobei unter dem Innenrand des Vorderflügels ein Filzfleck, auf der Oberseite des Hinterflügels ein Haarpinsel sitzt, besteht bei den indomalayischen *Cheritra* Mre. (*freja* Fbr. + *f. jaffra* Butl.), wo der Pinsel dicht vor der Mittelzelle, sowie *Poritia* Mre. (*erycinoides* Feld., *hewitsoni* Mre. etc.), wo er in der Mittelzelle selbst entspringt.

Besonders komplizierte Einrichtungen zeigen folgende Fälle: *Thecla circinata* Hew. und *Theclopsis lebena* Hew. aus Südamerika haben zunächst auf dem Vorderflügel in der Gegend des Mittelzellenabschlusses eine männliche Marke, ferner unter dem Vorderflügel-Innenrand und oben vor der Hinterflügel-Mittelzelle je einen Filzfleck.

Ähnlich verhalten sich die indomalayischen *Camena ctesia* Hew., *Rapala tara* Nic. und *rhoecus* Nic.; nur nimmt die Stelle des Filzflecks unter dem Vorderflügel eine Haarbürste ein.

Rapala melampus Cr. gleicht den vorigen; aber die ♂ Marke auf dem Vorderflügel erscheint in Gestalt schwarzer, den Medianrippen folgender Streifen.

Arrhenothrix penicilligera Nic. aus Nordindien, *Dacalana vidura* Hsfld. aus den Sunda-Inseln und *Neocheritra amrita* Feld. aus Borneo haben auf dem Vorderflügel das schon bei *Thrix* beschriebene Haarbüschel; dazu die Bürste unter dem Vorder- und den Filzfleck auf dem Hinterflügel, wie die vorigen.

Die westafrikanischen, meist zu *Hypolycaena* gezählten Arten *eleala* Hew. und *ituri* BBaker zeigen ausser der Bürste unter dem Vorder- und dem Filzfleck auf dem Hinterflügel längs des Innenrands des letztern einen schwarzen ♂ Streifen.

Pilodeudorix camerona Plötz verhält sich, wie die eben erwähnten, nur ist der ♂ Streifen am Hinterflügel durch einen lang herabhängenden Haarzopf ersetzt.

In derartigen Kombinationsfällen sind oft die Flügel eigentümlich gestaltet: der vordere ist da, wo unterseits ein Filzfleck oder ein Haarpinsel sitzt, stark rückwärts, der hintere da, wo er oben einen Filzfleck trägt, vorwärts ausgebogen. Man erkennt sofort, dass bei einer bestimmten Haltung die Flügelränder sich breiter decken, als wenn dieselben, wie unter gewöhnlichen Verhältnissen, geradlinig verlaufen.

Den Zweck aller dieser als „Duftorgane“ aufgefassten Einrichtungen erklärt man sich folgendermassen: die symmetrisch angebrachten Filzlager oder Haarbürsten auf der Oberseite treten, wenn die Flügel in der Ruhe aufwärts geschlagen werden, mit einander in Berührung. Werden dann die Flügel gegen einander hin und her bewegt, so sollen dadurch die Organe zu stärkerer Ausscheidung des in ihnen hergestellten Duftstoffs angeregt werden. (Ein solches Flügelspiel ist übrigens bei Lycaeniden ohne männliche Marken und auch bei ♀♀ oft zu beobachten, wenn sie im warmen Sonnenschein ruhig dasitzen — offenbar als Äusserung des Wohlbehagens.)

Wo aber ♂ Marken unter dem Vorder- und auf dem Hinterflügel sitzen, denkt man sich, dass sie durch flaches Hin- und Hergleiten des erstern über den letztern sich reiben sollen; und die erwähnten Ausbiegungen, mittelst deren die Flügel sich gleichsam entgegenkommen, sollen Gewähr leisten für eine recht ausgiebige Berührung. Haase hat darum von „zusammenwirkenden Dufteinrichtungen“ gesprochen; und man muss zugeben, dass allerdings die betreffenden Organe der vorausgesetzten Tätigkeit recht gut angepasst erscheinen.

Untersucht man nun die Elemente der verschiedensten männlichen Marken mikroskopisch, so findet man zunächst die Filzflecke aus dichtgedrängten, oft in mehreren über einander gelagerten, ja nicht selten in die Höhe gesträubten Schuppen zusammengesetzt. Aber diese verhielten sich bei allen (mehr als 200) von mir untersuchten Arten in allem Wesentlichen ihres Baus wie Normalschuppen; d. h. sie hatten eine äusserst feine Längs- und Querstreifung und einen sehr kurzen, fast ausnahmslos aus einem mehr oder weniger tiefen Sinus der Schuppenbasis entspringenden Stiel. Nur selten beobachtete ich ein allmähliches Übergehen des letztern in den Schuppenkörper.

Im übrigen pflegen sich, wenigstens im Innern der ♂ Marken, die Schuppen deutlich von den diese umgebenden Normalschuppen zu unterscheiden; und zwar bald durch ihre meist bedeutendere, zuweilen aber auch geringere Grösse, bald durch ihre Form, bald durch ihre Farbe, nicht selten durch alle diese Eigenschaften. Das Hervorstechendste pflegt die Farbe zu sein, die gelegentlich grell weiss oder gelb oder rötlich, viel öfter bräunlich bis dunkelbraun, nicht selten pechschwarz und damit für Licht undurchdringlich ist.

Es wäre aber meist vergebliche Mühe, für diese Filzfleckenschuppen bei jeder Spezies eine einzige Eigenform herausfinden zu wollen. Wohl gibt es Fälle, wo dieselben wenigstens annähernd gleich lang und breit, gleich gefärbt und gestreift sind. Aber die Regel ist ein starkes Schwanken aller dieser Eigenschaften, oft von Schuppe zu Schuppe. Und andrerseits kommen ganz gleich gestaltete Schuppen bei den verschiedensten Arten vor. Darin zeigt sich ein gewaltiger Gegensatz zu den über die Flügelflächen andrer Lycaeniden weithin verteilten, einzeln stehenden „Männchenschuppen“, von denen sogleich die Rede sein soll.

So scharf abgegrenzt übrigens die ♂ Marken meist dem blossen Auge erscheinen, so wenig bestätigt sich das gewöhnlich unter dem Mikroskop. Im Gegenteil findet man fast immer längs ihrer Ränder, ja zuweilen weit in ihre Umgebung hinaus, Schuppen, die zwischen denjenigen der ♂ Marken und den sonst die Flügelflächen deckenden Normalschuppen Übergänge darstellen, sowohl nach der Grösse, als nach der Gestalt, als nach der Farbe. Es ist eine Ausnahme, wenn die ♂ Marke plötzlich ganz eigen beschaffene Beschuppung zeigt. Man darf also wohl behaupten, dass die ♂ Marken nur umgewandelte Normalschuppen enthalten.

Was die Bestandteile der mehrfach erwähnten Haarbüschel, Pinsel oder Bürsten betrifft, so stellen sie oft ziemlich steife Borsten, zuweilen aber weiche Haare dar, die in dichtgedrängten Reihen entspringen, parallel verlaufen oder mit ihren Enden konvergieren und sich der Flügelfläche anschmiegen. Nur die bei *Arrhenothrix*, *Dacalana* und *Thrix* auf der Oberseite der Vorderflügel sitzenden Büschel bestehen aus krausen, welligen Haaren, welche über die Flügelfläche merklich hervorragen.

Die einzelnen Haare entspringen aus ähnlichen Alveolen (Schuppenhaltern), wie alle Schuppen, sind an ihrer Wurzel meist leicht kolbig verdickt, darüber etwas eingeschnürt, im weitern Verlauf platt, schmal, parallelrandig. Ausnahmsweise schwellen sie zuletzt leicht kolbig an (*Pilodeudorix*), oder sie verbreitern sich auf eine längere Strecke vor dem Ende speerartig (*Neocheritra*).

Häufig fällt im Bereich der ♂ Marken schon am unverletzten, deutlicher am abgeschuppten Flügel eine netzartige Zeichnung auf. Dieselbe wird bedingt durch Tracheenverzweigungen. Tracheen begleiten bekanntlich, aus den Flügelrippen heraustretend, regelmässig die Reihen der Normalschuppen in ihrer queren Anordnung. An der Grenze der ♂ Marken angelangt, verästeln sie sich reichlich, wobei sie bald immer feiner werden, bald im Gegenteil unregelmässige Verdickungen erleiden. Zuletzt enden sie oft in kugeligen Knäueln. Solche Gebilde bedecken zuweilen zu Hunderten das Gebiet und lassen zwischen sich Schuppen kaum aufkommen. In andern Fällen sind sie mehr nur zwischen die Schuppen eingestreut. Man gewinnt den Eindruck, als stünden diese Tracheennetze in Beziehung zu einer besondern Tätigkeit der ♂ Marken. Sie erinnern etwas an die reichlichen Blutgefässnetze, welche die drüsigen Organe höherer Tiere zu umspinnen pflegen, und scheinen die Anschauung zu rechtfertigen, dass die ♂ Marken sekretorische Aufgaben hätten.

Als hervorragende Beispiele derartiger Anordnungen mögen genannt sein:

Thecla ambrax Westwd., *calanus* Hbn., *cosa* Hew., *dindymus* Cr., *favonius* S. und A., *hypsea* G. und S., *imperialis* Cr., *lynceus* Esp., *ocrisia* Hew., *rustan* Stoll, *titus* Fbr., *Callophrys rubi* L., *Satsuma frivaldszkyi* Led., *Bindahara sugriva* Hsfld., *Camena ctesia* Hew., *isaeus* Hew., *Dacalana vidura* Hsfld., *Tatura caeculus* Hopff., *Hypokopelates otraeda* Hew., *Hysudra selira* Mre., *Kopelates virgata* Druce, *Neocheritra amrita* Feld., *Pilodeudorix camerona* Plötz, *Rapala buxaria* Nic., *nissa* Koll., *orseis* Mre., *petosiris* Hew., *sphinx* Fbr., *Sithon nedymond* Cr., *Thrix gama* Dist., *scopula* Druce.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Fällen, wo das männliche Geschlecht von Lycaeniden durch gewisse charakteristische Anhäufungen von Schuppen ausgezeichnet ist, stehen nun andre, in welchen eigenartige Schuppen einzeln über die Oberseite der Flügelflächen verteilt sind.

1835 berichtete Bernard-Deschamps, dass Baillif ihm Mitteilung gemacht habe von der Entdeckung merkwürdig gestalteter, am freien Rand mit zierlichen, federartigen Haarbüscheln besetzter Schuppen auf den Flügeln des Weisslings *Pieris rapae.* Er habe dieselben als „*Plumules*“ bezeichnet und für Misbildungen gehalten. Deschamps untersuchte darauf zahlreiche Pieriden und stellte zunächst fest, dass die Plumules nur bei den ♂♂ vorkommen. Sodann fand er ähnliche Gebilde bei mehreren Satyriden und Nymphaliden. Bei 14 Bläulingen aber entdeckte er, ebenfalls nur bei ♂♂, anders aussehende, von den normalen weit mehr abweichende, glashelle, mit wenigen Längsstreifen und mit auffallenden Punkten versehene Schuppen weithin über die Flügel zerstreut. Von 5 Arten bildet er sie, leider durchweg unrichtig, ab (seine Fig. 20—24). Trotz ihrem so verschiedenen Aussehen behielt er auch für sie den Namen „Plumules“ bei.

1865 bestätigte Watson diese Befunde, schlug aber für die ♂ Schuppen der Lycaeniden die Bezeichnung: „*Battledore-Scales*“ (Tennisschlägerschuppen) vor, weil sie gewöhnlich dem Tennisschläger oder Racket im Umriss gleichen. 1868 aber widerrief er diese Bezeichnung. Denn jene Schuppen seien nicht etwa flach, wie ein Battledore, sondern zylindrische oder kugelige Bälge voll Luft. Zugleich wiederholte er seine schon 1865 geäusserte Vermutung, dass der ♂ Bläuling jene Schuppen willkürlich mit Luft aufblähen und dadurch die Schnelligkeit seines Flugs befördern könne. Die ♀♀, welche ja von den ♂♂ aufgesucht würden, brauchten nicht besonders flugbegabt zu sein, und bedürften deshalb solcher Einrichtungen nicht. Seine zweite Arbeit enthält drei Tafeln mit Bildern der Battledore-Scales von 53 palaearktischen und exotischen Lycaeniden. Leider gibt er bei einem Drittel keine Namen an, so dass man ihre Herkunft höchstens zum Teil erraten kann. Auch sind seine Figuren meist mangelhaft, viele geradezu unrichtig. Trotzdem glaubt er folgendes behaupten zu dürfen:

1. Die Plumules der Lycaeniden sind bei allen Individuen einer Art immer gleich. Dadurch wird es möglich, geographische oder andre Varietäten einer Art zu erkennen.

2. Bei anscheinend sehr nahe verwandten Arten, die sonst schwer zu unterscheiden sind, können die Plumules sehr verschieden sein; umgekehrt zeigen anscheinend weit von einander abweichende Arten zuweilen fast identische Plumules.

1872 lieferte Anthony Beschreibung und sehr stark vergrösserte Bilder der ♂ Schuppen des *icarus* Rott. Auch er hielt sie für hohle Schläuche mit gewölbten Flächen und stellte ihren Querschnitt als eine an den Enden zugespitzte Ellipse, also wetzsteinähnlich dar.

1877 schlug Scudder für die verschiednen bis dahin bekannt gewordenen ♂ Schuppen den Namen „Androconia" vor (von *ἀνήρ*, *ἀνδρός* Mann, und *κόνιον* Stäubchen). Dieser Name ist aber erst neuerdings und fast nur in der englischen Literatur verwendet worden.

1880 machte Aurivillius genauere Angaben über Vorkommen und Fehlen von ♂ Marken und Schuppen bei nordischen Lycaeniden. Von 16 Bläulingen gab er Masse und von *icarus* 2 Bilder. Auch er vermutete, dass jede Art an ihren „Männchenschuppen", wie er sie zu nennen vorschlug, zu erkennen sei. Diese letztere Bezeichnung liest man selten, vielleicht, weil sie den vielen Anhängern der Duftschuppentheorie zu unentschieden klingt. 1887 und 1888 erschienen zwei Arbeiten von Haase über „Duftapparate indomalayischer Schmetterlinge". Doch geht er nur wenig auf die entsprechenden Einrichtungen bei Lycaeniden ein. Gleiches gilt von Spuler's Arbeit 1895.

1900 beschäftigte sich Köhler gründlich mit den ♂ Schuppen des Genus Lycaena (zu dem er aber viele nicht dazu gehörige Arten zählt) und ihrer Phylogenese. Er bespricht die Verteilung über die Flügelspreiten, stellt sie auf mehrern Tafeln dar und liefert Abbildungen von 79 Lycaeniden, sowie ein Register von 27 andern, bei denen er keine ♂ Schuppen fand. Auf die differentielle Diagnose tritt er nicht näher ein; er überlässt es dem Leser, sie aus seinen Figuren zu stellen. Diese sind aber wiederum in ihrer grossen Mehrzahl unrichtig und, weil bei ganz verschiedenen Vergrösserungen aufgenommen, unter sich oft kaum vergleichbar.

1902 hat K. G. Illig in einer prächtigen Arbeit die „Duftorgane der männlichen Schmetterlinge" geschildert. Unter den Lycaeniden studierte er besonders *icarus* Rott. und *jolas* Ochs. Als erster entdeckte er gewisse in der Hypodermis der Flügelhaut gelegene Zellen, die einzeln am Grund der Duftschuppenstiele sitzen. Er fasst sie auf als (die von Weismann vorausgesetzten) „Drüsenzellen", deren Sekret sich durch den hohlen Schuppenstiel auf die Schuppe ergiesse und aus dieser, wie aus einer „Verdampfungsschale", verdunste. Von grossem Wert sind seine genauen Angaben über gewisse feinere Einzelheiten des Baues der Androconien.

In einem ausführlichen Vortrag vor der entomologischen Gesellschaft von London hat 1913 Bethune Baker die Beschuppung der Lycaeniden im allgemeinen besprochen und nebenbei auch deren

Männchenschuppen, von denen er sehr nüchtern sagt, dass die ihnen zugeschriebene biologische Rolle noch durchaus nicht erwiesen sei. Seine übrigens vielfach ungenauen Angaben stützt er aber durch keinerlei Abbildungen, so dass sie zum Teil schwer verständlich sind.

Ganz vereinzelt findet man noch bei Tutt in seinem grossen Werk von 1908—10 Notizen über Androconien von 8 Bläulingen; ferner in Zeitschriften-Artikeln von Chapman 1913 und 1914 Beschreibungen und Bilder der Androconien von 3 Bläulingen.

Aus dem eben Mitgeteilten geht hervor, dass auf diesem Gebiet, namentlich in neuerer Zeit, wenig gearbeitet worden ist, und dass wir weit davon entfernt sind, Watson's Sätze als allgemein gültig bestätigen zu können. Zunächst sind bis jetzt typische Androconien in der Lycaeniden-Familie nur bei der Gruppe der *Lycaeninen* gefunden worden, nicht aber bei den *Theclinen, Chrysophaninen, Poritiinen, Gerydinen* und bei den *Lipteniden.* Von den Lycaeninen aber, die auf der ganzen Erde mit mindestens tausend Arten vertreten sein dürften, sind, weil die Autoren sich meist immer wieder mit den gleichen Arten beschäftigt haben, höchstens 150 untersucht, und es sind bei nur etwa 120 derselben Androconien festgestellt und von nur etwa 90 solche abgebildet worden. Es bleibt also noch viel Material zu untersuchen übrig; und es muss befremden, dass der Mikroskopie der Androconien, die eine verhältnismässig einfache Sache ist und überdies reizende Genüsse bietet, so viel weniger Beachtung geschenkt worden ist, als der Untersuchung der Genitalien, der neuerdings so viel diagnostische Bedeutung zugemessen wird, bei der aber ungleich grössere technische Schwierigkeiten zu überwinden und deren Ergebnisse nicht sicherer sind, als diejenigen der Androconien-Untersuchung.

So habe ich es denn unternommen — zunächst zu meiner eignen Belehrung — die vorliegenden Angaben über Duftschuppen, Männchenschuppen, Androconien bei Lycaeninen nachzuprüfen und womöglich zu erweitern.

Im mikroskopischen Bild fallen die Androconien meist sofort auf. Von den Normalschuppen, zwischen denen sie stecken, unterscheiden sie sich auf den ersten Blick. Während jene infolge ihrer ungemein dichten Längs- und Querstreifung oft etwas opak erscheinen, sind sie selbst glashell, ganz durchsichtig, ja zuweilen eben noch erkennbar. Wo sie nicht in gar zu kleiner Zahl vorhanden sind, da stehen sie in regelmässigen, lockeren oder dichten Reihen. Ihr Platz ist immer und überall der gleiche, nämlich zwischen je einer Reihe von Grundschuppen und der folgenden Reihe von Deckschuppen. Von der Flügelwurzel aus gerechnet, folgen sich also immer: Deckschuppen, Grundschuppen, Männchenschuppen etc. (s. Fig. 78 Längsschnitt).

Bei den meisten unserer Bläulinge, wie der übrigen palaearktischen, neoarktischen und exotischen Lycaeninen finden sich die Androconien am zahlreichsten in den Mittelzellen beider Flügel, als dem Mittelpunkt der ganzen Anordnung. Ja es gibt Arten, die überhaupt nur in der mittleren und höchstens noch in den unmittelbar an diese anstossenden Zellen spärliche Androconien aufweisen; so: *abencerragus* Pierr., *baton* Bgstr., *panagaea* HSch., *erschoffii* Led., *parrhasius* Fbr. etc.

Etwas reichlicher, aber in der Mitte des Vorderflügels noch sehr zerstreut, auf dem Hinterflügel spärlich bis fehlend, sind die Androconien. — um nur wenige Arten zu nennen bei: *optilete* Kn., *lygdamas* Dbl., *Zizera maha* Koll., *Catochrysops cneius* Fbr., *Lampides elpis* God.

Von den Mittelzellen beider Flügel aus kann nun eine mehr oder weniger starke Ausbreitung gegen die Säume hin erfolgen. Dabei ergibt sich gewöhnlich eine ganz allmähliche Abnahme der Schuppenzahl. Sie tritt durchschnittlich eher in der Richtung nach vorn, in die Subcostalzellen, als nach hinten, in die praeanale und anale Zelle ein. Der Vorderflügel ist wohl fast ausnahmslos reicher an Androconien, als der Hinterflügel. Auf letzterem fehlen solche stets in der Costalgegend, im sogenannten „Reibefeld".

Innerhalb der besetzten Gebiete kann jedoch die Zahl der Androconien bei verschiedenen Arten sehr wechseln. Sie beträgt z. B. im Vergleich zu den Normalschuppen etwa 1 : 2 am Vorderflügel, weniger am Hinterflügel bei: *Lyc. alexis* Poda (cyllarus Rott.), *arcas* Rott., *eversmanni* Std., *loewii* Zell., *melanops* Bsd., *omphisa* Mre., *pyrenaica* Pierr., *rustica* Edw. (false orbitulus Pr.), *semiargus* Rott., *Cyaniris argiolus* L. (+ Nebenformen), *dilectus* Mre., *limbatus* Mre., *Lampides celeno* Cr. (+ Nebenformen), *saturatus* Sn., *Tarucus telicanus* Lg.

Bei andern steigt sie vorn bis 1 : 1, während sie hinten klein bleibt; so bei *Lyc. admetus* Esp. (+ f. *rippertii* Bod.), *anna* Edw., *argus* L., *cleobis* Brem., *daedalus* Behr., *lycormas* Butl., *martinii* All., *pheres* Bod., *sieversi* Chr., *Azanus jesous* Guér. (+ f. *moriqua* Wallgr.), (*Castalius?*) *isis* Drury, *Catochrysops barkeri* Trim., *pandava* Hsfld., *Cupido sebrus* Hbn., *Cyaniris akasa* Hsfld., *Everes argiades* Pall., *amyntula* Bod., *comyntas* God., *Hemiargus hanno* Hbn., *Niphanda fusca* Brem. (+ f. *cymbia* Nic.), *Tarucus balkanicus* Frr., *Zizera labradus* God. (+ f. *alsulus* HSch. + f. *lysizone* Sn.).

Bei den *Thysonotis*-Arten *danis* Cr. (+ f. *apollonius* Feld. + f. *philostratus* Feld.), *regalis* Gr. Sm. sind, wie bereits Haase erwähnt hat, die blauen Flügelteile reicher an Duftschuppen als die schwarzen, und die weissen entbehren derselben gänzlich.

Ein Verhältnis von mehr als 1 : 1 am Vorder- und ein zunehmendes Auftreten am Hinterflügel zeigt sich bei: *Lyc. arion* L., *dardanus* HSch. (+ f. *aegagrus* Chr.), *escheri* Hbn., *euphemus* Hbn., *hylas* Esp., *jolas* Ochs., *pheretiades* Evsm., *sephyrus* Friv. (+ f. *lycidas* Trapp.), *thersites* Cant., *venus* Std., *Catochrysops malathana* Bsd. (asopus Hopff.), *Chilades laius* Cr., *Cupido minimus* Füssl., *Cyaniris musina* Sn., *pseudargiolus* Bsd., *Everes alcetas* Hbn. (false coretas Ochs.), *Lampides aratus* Cr., *Tarucus cassius* Cr. (+ f. *marina* Reak.), *theophrastus* Fbr., *Thysonotis caelius* Feld.

Ein Verhältnis von 2 : 1 und mehr am Vorder- und mindestens 1 : 1 am Hinterflügel weisen auf: *Lyc. alcon* Fbr., *amandus* Schn., *amor* Std., *ariana* Mre., *bellargus* Rott., *coridon* Poda, *damon* Schiff., *damone* Evsm., *dolus* Hbn. (+ f. *menalcas* Frr.), *hopfferi* HSch., *icarus* Rott. (+ f. *celina* Aust.), *idas* L. (argyrognomon Bgstr.), *meleager* Esp., *phyllis* Chr., *poseidon* HSch.

Eine Ausbreitung endlich über sämtliche Zellen, mit Ausnahme der costalen und ersten subcostalen beobachtet man bei *Lyc. lucia* Culot, *nicias* Meig. (false donzelii Bod.), *tithonus* Hbn. (false eros Ochs.), *Catochrysops platissa* HSch, *strabo* Fbr., *Thysonotis taygetus* Feld.

Köhler hat zur Veranschaulichung verschiedener derartiger Verhältnisse sehr gute schematische Bilder geliefert (s. seine Tafel 13, F. 2—6).

In der Richtung gegen den Aussensaum nehmen meist die Androconien schon etwa in der Gegend der grossen Bogenaugen ab. Zuweilen reichen sie aber bis in die Gegend der Randmonde, ja ausnahmsweise bis an die Fransen. Und eine solche weitgehende Ausbreitung findet sich sowohl bei Arten mit geringer (*optilete* Kn.) oder mässiger (*omphisa, rustica, telicanus*), als mit reichlicher (*escheri, hylas, minimus, theophrastus*) und allerreichlichster (*dolus, hopfferi, icarus, nicias, poseidon, tithonus, strabo*) durchschnittlicher Zahl der Androconien.

Schon diese Eigentümlichkeiten können bis zu einem gewissen Grad diagnostisch verwertet werden. Doch schwanken die Ausbreitungsgrenzen und die Gesamtzahl der Androconien etwas bei verschiedenen Rassen und sogar Individuen einer Art. Auch darf man nicht übersehen, dass bei abgeflogenen Faltern gerade die Androconien eher verloren gehen, als die Normalschuppen, und dass frische Exemplare deren immer mehr besitzen.

(Zum Studium der eben besprochenen Verhältnisse muss man natürlich ganze Flügel verwenden, die man z. B. nach dem von mir in der Insektenbörse 1895 beschriebenen Verfahren herrichtet: der Flügel wird auf dem Objektträger in einen Tropfen Lavendel- oder Nelkenöl gelegt, das ihn aufhellt; nach einigen Minuten wird Canadabalsam zugefügt, das Deckglas darüber gebracht — und das Präparat ist fertig. Sehr zweckmässig ist es aber, vorher den Flügel in alkoholischer Fuchsin-, Eosin- oder Methylenblaulösung zu färben. Denn in der Regel nehmen die Androconien den Farbstoff besser an, als die Normalschuppen, zwischen denen sie stecken, und treten dann auch in ihrer natürlichen Lage besser hervor. Auf die Färbungsverfahren kann ich hier nicht eingehen.

Zur Feststellung der Eigenschaften der einzelnen Androconien genügt aber oft die Betrachtung zusammenhängender Flügelteile nicht. Man muss deshalb die Schuppen isolieren. Das erreicht man z. B. durch Abklatschen der Flügel zwischen zwei Glasplatten, deren eine, welche die Schuppen der Oberseite annimmt, als Objektträger ohne weitere Präparation unter das Mikroskop gebracht wird. Neben diesem Verfahren verwende ich aber auch folgendes: der gefärbte Flügel wird, nachdem er die Lösung verlassen hat, kurz vor seinem völligen Trockenwerden mit einer feinen Nadel mehrfach geritzt. Man muss schon wenig Glück haben, wenn dadurch nicht eine grössere Anzahl unverletzter Androconien vollkommen frei werden. Dieses Verfahren gestattet neben einander die Beobachtung der Gesamtanordnung der Androconien, wie ihrer Struktur im Einzelnen. Für eine allgemeine Orientierung genügt oft eine Vergrösserung von 50—100. Gilt es aber, feine Einzelheiten zu erkennen, dann ist eine solche von 300—1000 erforderlich.)

Die Grösse der Androconien geht durchaus nicht etwa parallel den durchschnittlichen Dimensionen der Spezien. Im Gegenteil kontrastiert sie oft seltsam damit. Beispielsweise haben einige unserer kleinsten Bläulinge: *baton, minimus, polysperchon* solche, welche diejenigen mancher grossen Arten, z. B. *alcon, euphemus, arion* etc. erreichen oder übertreffen; *abencerragus* (Fig. 1) und *panagaea* (Fig. 16) sogar die grössten, die mir bei Lycaenen je begegnet sind. Unter den Exoten zeichnen sich die Genera *Lampides, Nacaduba, Thysonotis* bei mässiger Grösse der Individuen oft durch hervorragende Durchmesser der Androconien aus (s. z. B. Fig. 35 bis 37, 50, 51, 43—46); *Nacaduba nora* Feld., eine sehr kleine Art, übertrifft darin fast alle andern Spezien ihrer Gattung (Fig. 44).

Dagegen richtet sich innerhalb jeder Art die Grösse der Androconien nach derjenigen der Individuen. Bei kleinen Rassen sind sie entsprechend kleiner.

Beim gleichen Exemplar schwankt die Grösse höchstens um einige Tausendstels-Millimeter. Sehr selten stösst man mitten unter den regelmässigen Schuppen auf eine viel grössere Riesenschuppe oder auf eine viel kleinere Zwergschuppe. Das sind dann eben Misbildungen.

Die Gestalt der Androconien wechselt ungemein. Wie die Normalschuppen, so haben auch sie parallele Flächen und sind im Verhältnis zu ihrer Länge und Breite ungemein dünn. Aber sie deshalb im besondern als „Schindelschuppen“ zu bezeichnen, wie es Kennel und Voigt getan haben, ist unberechtigt.

Jedenfalls war es ein Irrtum von Watson und Anthony, dass sie dieselben für aufgeblähte Bälge hielten, wie auch von Aurivillius und Bethune Baker, welche sie auf Grund der gleichen Annahme als „Blasenschuppen“ bezeichneten. Diese Angaben beruhen auf einer optischen Täuschung, die aber leicht verständlich ist: die Androconien sind nämlich nicht eben, vielmehr, wie zuerst Illig 1902 gezeigt hat, derart gebogen, dass sie einen mit seiner Vertiefung auswärts schauenden Löffel bilden (s. Fig. 77, 78). Seit seiner Veröffentlichung liest man denn auch zuweilen den Namen „Löffelschuppen“. Und nun ist klar, dass es unter dem Mikroskop, und je stärker einerseits die Biegung der Schuppen, andrerseits die Vergrösserung ist, um so seltener gelingen kann, mit einer Einstellung ihre ganze Fläche gleich scharf zu sehen. Bald wird man die Seitenränder, bald die Mitte deutlicher erkennen. Dadurch erhält man, bei mangelnder Aufmerksamkeit, leicht den Eindruck, man habe blasige Gebilde vor sich. Diese konkave Form der meisten Androconien vereitelt übrigens auch oft eine genaue photographische Wiedergabe, indem einzelne Schuppenteile im Bild nicht oder undeutlich erscheinen.

Der Umriss der Androconien ist bei den palaearktischen und neoarktischen Bläulingen fast immer eine bald schmälere, bald breitere, immer aber schön symmetrische Ellipse. Man kann also bei ihnen von Ovalschuppen reden (Fig. 1—20). Ausserordentlich selten sind bei ihnen, wie übrigens auch bei Exoten, annähernd kreisförmige. Ich kenne sie z. B. von *omphisa* Mre., *sebrus* Hbn., *laius* Cr., *micylus* Cr., *ammon* Lef. (Fig. 14, 15, 21). Rein kreisrunde habe ich nie beobachtet.

Bei *Cyaniris argiolus* L. und allen seinen Verwandten haben die Androconien eine Schaufel- oder Kelchgestalt mit bald geraden, bald geschweiften Seitenrändern und bald gerade abgestutztem, bald vorgebogenem freiem Ende (Fig. 24—30). Ähnliche Figuren zeigen im allgemeinen die indomalayischen *Lampides* (Fig. 32—37) und *Thysonotis* (Fig. 50—54). Fächerförmig pflegen sie beim Genus *Nacaduba* zu sein (Fig. 43—46, 48, 49).

Eine annähernd quadratische, aber an den Enden abgerundete Form findet sich bei *Catochrysops strabo* Fbr. und *platissa* HSch. (Fig. 23 + 79), ziemlich ähnlich bei mehreren *Tarucus*-Arten (Fig. 55—59, 86). Langviereckig ist sie bei *Zizera maha* Koll. (Fig. 60), asymmetrisch schiefviereckig bei *Zizera labradus* God. (Fig. 61); ähnlich, aber in zwei mehr oder weniger lange, spitze Zacken auslaufend, bei *lysizone* Sn. (Fig. 62, 80).

Von einzelnen ganz eigentümlich gestalteten, nur vereinzelt bei gewissen exotischen Arten vorkommenden Androconien gedenke ich später besonders zu reden.

Wichtig ist es nun zu betonen, dass den Androconien jeder Spezies ihr eigene, bestimmte Gestalt zukommt, die sich bei allen ihren Rassen und Formen wiederholt. Immerhin genügt die Feststellung des Umrisses allein selten zur Diagnose. Denn ganz verschiedene Arten stimmen in dieser Hinsicht häufig überein. Dies gilt namentlich von den Ovalschuppen, bei denen naturgemäss nicht sehr viele verschieden gestaltete Ellipsen denkbar sind.

Täuschungen in der Beurteilung des Umrisses sind übrigens leicht möglich: eine an sich schön ovale Schuppe kann infolge starker Hinab- oder Heraufbiegung ihrer Seiten parallelrandig, eine andre, die uns schief entgegengerichtet ist und dadurch in Verkürzung geschaut wird, kreisförmig, eine dritte, deren freies Ende umgebogen ist, quer abgeschnitten erscheinen. Eine vor Erstarrung des Canadabalsams stattfindende Verschiebung eines eingebetteten Flügels unter dem Deckglas kann sogar seinen sämtlichen Androconien ungewohnte Formen verschaffen. Dazu kommen oft Verdrehungen, welche bisweilen asymmetrische Figuren erzeugen. Haase hat z. B. 1887 von *Lampides euchylas* Hbn. irrtümlich angegeben, dass die Duftschuppen meist asymmetrisch seien, und Köhler hat ebenso verkehrt von *Thysonotis danis* Cr. eine solche verdrehte Schuppe als Typus abgebildet (deren richtige Form s. Fig. 50 und 81). Watson und Köhler haben überhaupt eine ganze Menge krummer und krüppeliger Trugformen als angeblich typische Duftschuppen dargestellt (s. meine Fig. 71—74). Man darf eben nicht die ersten besten Exemplare als massgebend betrachten, und muss oft lange suchen, bis man die richtige Gestalt herausfindet. Solche Irrtümer vermeidet man am besten durch die vorhin beschriebene Isolierung der Schuppen, welche, einmal aus ihrer Einengung durch die über und unter ihnen liegenden Deck- und Grundschuppen befreit, auch eher zwischen Objektträger und Deckglas sich flach strecken.

Die Basis der Androconien zeigt — von einzelnen seltenen Fällen abgesehen — keinen Sinus, wie die Normalschuppen, geht vielmehr, je nach der Spezies, bald allmählich, bald plötzlich in den Stiel über, der stets viel länger ist, als bei jenen, zuweilen halb so lang, ja mehr als halb so lang, wie der Schuppenkörper (z. B. bei *alcon, jolas, lycormas, devanica, lucia, strabo, platissa, laius, berenice, macrophthalma, nora,* einigen *Tarucus*-Arten, s. die Fig. 11, 22, 23, 43—46, 55, 57).

Auch die Dicke des Stiels kann sehr wechseln, sie nimmt meist gegen den Schuppenkörper hin zu. Bei *platissa* aber (Fig. 23) schwillt der Stiel in seiner Mitte spindelförmig an; bei mehreren *Tarucus*-Arten (Fig. 55, 57, 59, 86) hat er nahe an der Alveole eine eiförmige Verbreiterung und bleibt von da an bis zum Ansatz an die Schuppe ungewöhnlich plump. Auch diese Verhältnisse können für die spezifische Diagnose in Betracht kommen.

Von grösster Bedeutung sind ferner gewisse feinere Einzelheiten, die sich auf der Oberfläche der Androconien zu erkennen geben: Auf ihr bemerkt man schon bei mässiger, z. B. 50- bis 100facher Vergrösserung Längslinien, die im auffallenden Licht glänzen, im durchfallenden schwarz erscheinen. Sie laufen auf den Ovalschuppen entweder gerade durch, also unter sich parallel, oder sie biegen an den Enden etwas gegen einander um. Auf den Kelch- und Schaufelschuppen gehen sie vom Stielansatz zuerst etwas auseinander, später erst parallel. Auf den Fächerschuppen strahlen sie vom Stiel aus nach verschiedenen Richtungen.

Das Wesen dieser Längslinien war früher zweifelhaft. Köhler hielt sie für „Längskanäle". An mikroskopischen Querschnitten erkennt man aber leicht, dass es sich um kleine Leisten handelt, um Rippen, welche verhältnismässig hoch über die Fläche vorspringen (s. die Querschnittfigur 77). Doch sind sie mit den viel feinern und wohl meist auch niedrigeren Leistchen der Normalschuppen nicht zu verwechseln. Illig hat nachgewiesen, dass die Androconien in ihrer frühesten Entwicklung, ähnlich wie die Normalschuppen, aus zwei Blättern bestehen, deren oberes, auswärts schauendes genau so dicht, wie bei jenen, mit Leistchen besetzt ist. Zwischen beiden Blättern befindet sich ein Spaltraum, der vielfach durch ein Fachwerk von längs und quer und schief stehenden Wändchen unterbrochen ist. Während ihrer weitern Entwicklung verlieren die Androconien dieses äussere Blatt durch Resorption. Damit wird das Innere derselben abgedeckt, das Fachwerk tritt zutage, und von diesem markieren sich im Bild die stärkeren Längswändchen deutlicher, als die schwächeren queren und schiefen. Sie bilden von jetzt an die Längsrippen. Die Abstände zwischen diesen sind fast immer breiter, als diejenigen zwischen den Leistchen der Normalschuppen.

Nun kann man feststellen, dass jede Spezies ihre bestimmte Rippenzahl hat, welche wieder für die Diagnose benützt werden kann. Geringfügige Schwankungen kommen allerdings vor: mitten unter lauter siebenrippigen kann man z. B. einzelne, oder sogar einen grösseren Prozentsatz von sechsrippigen Schuppen finden. Und wo die Rippenzahl grösser ist, können z. B. 14—16, 18—21, 25—30 gezählt werden. Aber Sprünge von z. B. bloss 5 auf 10 kommen nicht vor; es sei denn, dass einzelne Schuppen geradezu aus der Art geschlagen hätten. Die bereits erwähnten Riesenschuppen, die eine grössere, oder die Zwergschuppen, die eine kleinere Zahl aufzuweisen pflegen, bilden solche Ausnahmen. Ferner beobachtet man recht häufig Verschmelzungen, bezw. Teilungen von Rippen. In solchen Fällen zeigt die eine Schuppenhälfte eine Rippe mehr, als die andre (s. Fig. 75, 76).

Übrigens ist die Ermittelung der Rippenzahl oft dadurch erschwert, dass sich einzelne, den Schuppenrändern entlang laufende Rippen bei stärkerer Biegung des Schuppenkörpers dem Blick entziehen. Man muss daher, um sicher zu gehen, Dutzende von Rippenzählungen vornehmen. Viele Bilder mit zu geringer Rippenzahl bei Watson und Köhler sind offenbar durch solche Täuschungen verursacht worden. Chapman's erste Photographien von 1913 zeigen alle 1—2 Rippen zu wenig, weil aus bereits erörterten Gründen nicht alle gleichzeitig eingestellt werden konnten. Dieser Autor scheint übrigens gelegentlich die randläufigen Rippen nicht mitzuzählen, was ich nicht billigen kann; sie müssen ebenso gut berücksichtigt werden, wie die mittleren.

Weiter bemerkt man auf den Androconien das Vorhandensein gewisser, den Längsrippen in unregelmässigen Abständen aufsitzender, je nach der Beleuchtung dunkler oder glänzender Punkte, welche Schneider und Spuler veranlasst haben, von „Tüpfelschuppen“ zu reden. Watson hielt diese Punkte für feine Poren und die Schuppen deshalb für Siebe, durch welche Luft ein- und ausströmen könne. Aurivillius erklärte die Punkte für hohle, mit dem Spaltraum der Schuppen zusammenhängende Bläschen und sprach deshalb von „Bläschenreihen“. Haase setzte dafür „Bläschenstreifen“. Auch Köhler scheint sie so aufgefasst zu haben. Anthony kam den Tatsachen am nächsten, indem er die Punkte als solide Wärzchen beschrieb und zeichnete; aber irrtümlich versah er beide Schuppenflächen damit.

Illig hat nun unwiderleglich nachgewiesen, dass die „Punkte“ nichts andres sind, als die knopfartigen Enden säulenförmiger Verdickungen der ursprünglich im Innern der Schuppen stehenden Längswändchen. Beim Verschwinden des äusseren Schuppenblatts kommen diese „Säulchen“, wie er sie nennt, zumal wenn auch die Wändchen selber teilweise resorbiert worden sind, mehr oder weniger frei zum Vorschein. In der Tat sieht man unter starken Vergrösserungen (500—1000) an gekanteten Schuppen diese Säulchen als Knöpfchen über deren Fläche hervorragen. Anthony hat solche Vorkommnisse schon abgebildet (s. seine Fig. 2). Längs- und Querschnitte geben davon die beste Vorstellung (s. meine Fig. 78 Längsschnitt, Fig. 77 Querschnitt). Zuweilen sind die Knöpfchen oder Punkte etwas länglich (s. Fig. 43, 44, 47, 50, 51, 65, 67), oder es sind zwei oder mehr derselben zu Streifen verbunden. Das ist kaum je bei den Ovalschuppen palaearktischer Bläulinge, um so häufiger bei den Schaufel- und Fächerschuppen der Gattungen *Cyaniris, Nacaduba, Tarucus, Thysonotis, Zizera* der Fall, bei denen bisweilen sogar regelmässig die Schuppenbasis lange Streifen und erst der distale Teil getrennte Knöpfchen aufweist (s. Fig. 24—30, 45, 52, 53, 55, 57, 59). Die gestreifte Basis scheint sich übrigens meist auch chemisch anders zu verhalten, als die übrige Schuppe, indem sie Farbstoffe begieriger annimmt. Bei einzelnen Arten ist die Schuppenbasis von Natur schon bräunlich gefärbt, so bei *strabo, theophrastus, labradus, lysizone.*

Es zeigt sich nun, dass die Rippen bei jeder Spezies eine bestimmte, nur wenig schwankende Maximalzahl von Punkten tragen. Die Zählung muss an den längsten, mittlern Rippen erfolgen. Überdies wechselt von Art zu Art oft die Grösse der Punkte; bei manchen sind sie sehr dick, bei andern sehr klein, bei den meisten von mittlerer Grösse. Bei den Gattungen *Lampides, Nacaduba, Thysonotis* etc. nehmen sie oft von der Basis gegen das freie Ende an Grösse allmählich zu (s. Fig. 39, 44, 51, 64, 65).

Endlich ist noch ein Befund anzuführen, der von früheren Autoren fast übersehen worden ist, trotzdem er, wenigstens mit stärkeren Vergrösserungen, bei allen palaearktischen Lycaenen und bei vielen exotischen Arten festgestellt werden kann. Bei Watson findet er sich kaum in einem Bild angedeutet. Köhler erwähnt ihn nur nebenbei und bildet ihn nur zweimal ab (seine Fig. 3 und 41). Illig liefert ein entsprechendes Bild von *jolas* (seine Fig. 7). Die Chapman'schen, angeblich bei 500facher Vergrösserung aufgenommenen Photographien von *icarus, thersites* und *escheri* (1913 Taf. LXXXIII und LXXXV, 1914 Taf. LIV) lassen davon nur Spuren erkennen. (Ich vermute übrigens stark, dass seine Bilder bei schwächerer Vergrösserung aufgenommen und nachträglich vergrössert worden sind, so dass die feineren Einzelheiten nicht hervortraten.)

Man sieht nämlich zwischen den Längsrippen ganz unregelmässig, teils quer, teils schräg verlaufende feinste Linien, welche mit jenen zusammen eigentliche Netze bilden von sehr zierlichem Aussehen. Die Knotenpunkte sind immer die vorhin beschriebenen ,,Punkte" oder ,,Knöpfchen". Diese Verbindungslinien sind nichts andres als die Überbleibsel des bereits erwähnten Fachwerks querer und schräger Zwischenwändchen, die ursprünglich im Innern der Schuppen standen (Fig. 85). — Die Untersuchung lehrt nun, dass diese Netze bei verschiedenen Arten verschieden reichlich und deutlich sind, so dass auch damit Anhaltspunkte für die Diagnose geboten werden (s. z. B. Fig. 3—6, 7—9, 17—21 etc.).

(Hier sei bemerkt, dass auch B. Baker von „reticulations" auf den Lycaeninen-Androconien spricht. Doch braucht er diese Bezeichnung nur für die Punktierung der Längsrippen und erklärt ausdrücklich, dieselbe sei an sich unpassend; denn es handle sich hier nicht um ein Netzwerk gekreuzter Linien; und er wende sie nur an, weil die dicht gedrängten punktierten Rippen ein Netz vortäuschten. Der Autor hat also offenbar die von mir soeben beschriebenen Netze ganz übersehen, vermutlich, weil er bei zu schwachen Vergrösserungen untersucht hat.)

Ausser den bisher ins Auge gefassten ovalen, schaufelförmigen, fächerförmigen, quadratischen, langviereckigen, schrägviereckigen und zweizackigen Androconien mit langem Stiel und ohne Sinus, gibt es solche, die zwar die gleiche glashelle Durchsichtigkeit, die gleichen Längsrippen mit Punkten und Netzen aufweisen, aber an der Basis, wie die Normalschuppen, eine deutliche, oft sogar sehr tiefe Einbuchtung und einen aus dieser entspringenden, sehr kurzen Stiel besitzen. Das ist z. B. der Fall bei den durchweg afrikanischen *Azanus jesous* Guér. (+ f. *moriqua* Wall.), (*Castalius*) *isis* Drury, *Orthomiella* (Karsch) *aethiops* Wall. und *sichela* Mab., *Lycaenesthes amarah* Guér., ferner bei den indomalayischen *Lycaenesthes emolus* God., *lycaenina* Feld., *licates* Hew., *philetas* Hopff. und *villosa* Sn. (s. Fig. 64—67).

Ganz allein stehen sodann die Androconien da, die ich bei den vermutlich nur eine Art bildenden *Niphanda fusca* Brem. und *cymbia* Nic. entdeckt habe. Sie sind platt, im Umriss flaschenförmig, glashell. Aus dem breiteren Grund entspringt, etwas distal vom basalen Rand, ein sehr kurzer Stiel. Der Schuppenkörper ist geziert mit sonderbar geschlängelten und teilweise verästelten Rippen, welche gegen den Hals hin zu dritt oder viert longitudinal sich richten und denselben bis ans Ende durchziehen — ein wunderhübsches Bild! Auch diese Androconien stehen in den gewohnten Reihen zwischen den Normalschuppen und zwar in unglaublicher Zahl (Fig. 63 + 87).

Glashell und platt sind ferner die sehr langgestreckten Androconien, die bei *Lampides amphissa* Feld. von der ganz schmalen Basis an gegen das freie Ende hin immer breiter werden und von vier glänzenden Rippen durchzogen sind, aber erst zuletzt grosse Punkte tragen (Fig. 40). Ganz ähnlich ist die nahestehende *festivus* Röb., bei der aber statt der Punkte knorrige Verdickungen der Rippenenden sich zeigen. *Nacaduba dana* Nic. hat gleichfalls solche knorrige Verdickungen, auch in der äusseren Gestalt viel Ähnlichkeit mit den beiden erwähnten, nur ist ihr basaler Teil auffallend verbreitert (F. 42 + 84).

Ganz anders beschaffen sind die schon von B. Deschamps, Watson und Köhler abgebildeten Androconien von *Pol. boetica* L. Auch sie sind platt, aber zungenförmig, mit breitester Basis, die einen sehr kurzen, abwärts gebogenen Stiel abgibt. Ihr Körper verjüngt sich allmählich zu einem schlangenartigen Hals, der zuletzt in eine elliptische Verbreiterung übergeht. Er wird durchzogen von vielen (bis 20) feinen, etwas welligen, glänzenden Linien, die gegen den Hals hin spärlicher werden, und von denen nur noch zwei stärkere in die Spitze münden. Basis und Spitze der Schuppe sind leicht bräunlich, der Hals glashell, aber stellenweise braun gekörnelt (Fig. 83). (Watson hat von drei ungenannten australischen Arten Androconien abgebildet, die mit solchen von *boetica* Ähnlichkeit haben. Seine Figur 40 dürfte sogar von dieser stammen; Fig. 38 und 39, die mir bis jetzt nie begegnet sind, kann ich nicht bestimmen.)

Eine ganz entfernte Ähnlichkeit mit Androconien von *boetica* zeigen diejenigen von *Uranothauma juba* Fbr. (falkensteinii Dew.), nur sind sie viel kleiner. Am Grund sind sie breit, mit kurzem Stiel; ihr Körper, durchweg dunkelbraun und grob längsgestreift, verjüngt sich plötzlich und geht in einen feinen glashellen Faden über, der aber ebenso plötzlich zuletzt zu einer glashellen, mit vier dunkeln Längsrippen gezierten ovalen Scheibe sich verbreitert (F. 41 + 88). (B. Baker hat offenbar dieses Bild vor Augen gehabt, aber den feinen Faden zwischen Körper und Endplatte — vermutlich wieder wegen zu schwacher Vergrösserung — nicht bemerkt. Deshalb schreibt er irrtümlich der Spezies zweierlei Androconien zu: erstlich ähnliche, wie sie *boetica* besitze, sodann glashelle vom „Battledore-Typus“ mit vier Streifen.)

Lange schmale Zungenschuppen besitzen ferner die *Holochila*-Arten *absimilis* Feld., *coeruleus* und *dimorphus* Röb. Haase nennt sie bei letzterem „dolchförmig“. Umgekehrt, wie bei *juba*, beginnen sie hier mit einem aus der Alveole entspringenden, sehr feinen Faden, der langsam zu einem breiten, braunen, längsgestreiften Körper wird. Letzterer endet mit einem glashellen Kolben, dem eine kurze stumpfe Spitze aufsitzt.

Die Androconien von *boetica* sind nur zwischen den mittleren Rippen des Vorderflügels, hier aber in enormen Mengen angeordnet; diejenigen der *Holochila*-Arten bedecken als dicker Pelz die mittleren und hinteren Vorderflügelrippen, diejenigen von *coeruleus* überdies die Wurzeln der Medianrippen des Hinterflügels; diejenigen von *juba* bilden schmale braune Streifen in der Mittelzelle und zwischen den meisten Rippen des Vorderflügels.

Aus dem bisher Mitgeteilten geht hervor, dass bei den Lycaeninen häufig das männliche Geschlecht durch bestimmte, ihm eigene Schuppen ausgezeichnet ist, die deshalb den Namen von Männchenschuppen, Androconien verdienen. Dieselben stehen vermutlich auf noch nicht sicher aufgeklärte Weise in Beziehung zur Fortpflanzungstätigkeit. Ferner ergibt sich folgendes:

1. Die Androconien jeder Art zeigen in ihrer Verteilung über die Flügel, wie in bezug auf Grösse, Gestalt, Zahl der Rippen und Punkte und Ausprägung der Netze spezifische Eigentümlichkeiten.
2. Diese Eigentümlichkeiten bleiben innerhalb jeder Art beständig und wiederholen sich bei allen ihren Formen und Rassen.
3. Verschiedene Arten können auffallend ähnliche Androconien besitzen; aber die Berücksichtigung aller ihrer Eigentümlichkeiten gestattet doch wohl immer eine spezifische Diagnose. Damit ist schon gesagt, dass ein einzelnes Androconium für die Diagnose selten genügen kann.
4. Die an sich einfache Untersuchung der Androconien erscheint demnach als eines der sichersten, wenn nicht als das sicherste Mittel zur Erkennung der Arten und besonders ihrer Nebenformen.

Was das Vorkommen der Androconien betrifft, so will ich zuerst diejenigen Gattungen aufzählen, bei denen ich bis jetzt keine gefunden habe (die untersuchten Arten sind eingeklammert):

1. *Castalius* Hbn. (afrikanisch: *calice* Hopff., *carana* Hew., *gregorii* Butl.; indomalayisch: *ananda* Nic., *caleta* Hew., *elna* Hew., *ethion* Dbl., *rosimon* Fabr.).
2. *Cyclyrius* Butl. (*webbianus* Brull., *callanga* Std.).
3. *Epimastidia* Druce (*inops* Feld.).
4. *Eupsychellus Röb.* (*dionisius* Bsd.).
5. *Hypochlorosis* Hbn. (*lorquinii* Feld.).
6. *Hyreus* Hbn. (*lingeus* Cr., *palemon* Cr.).
7. *Iamides* Hbn. (*bochus* Cr., *astraptes* Feld.).
8. *Lachnocnema* Trim. (*bibulus* Fbr.).
9. *Lucia* Swains. (*discifer* HSch).
10. *Megisba* Mre. (*malaya* Hsfld.).
11. *Neopithecops* Dist. (*zalmora* Butl.).
12. *Oboronia* Ksch. (*elorea* Fbr., *güssfeldti* Dew., *vestalis* Auriv.).
13. *Orthomiella* Nic. (*pontis* Elw.).

14. *Papua* Röb. (*lucifer* Röb.).
15. *Phlyaria* Ksch. (*heritsia* Hew.).
16. *Pithecops* Hsfld. (*hylax* Fbr., *mariae* Nic., *phoenix* Röb.).
17. *Prosotas* Druce (*agricola* Dbl., *sulpitius* Misk.).
18. *Spalgis* Mre. (*epius* Wstwd.).
19. *Talicada* Mre. (*nyseus* Guér.).
20. *Taraka* Doh. (*hamada* Druce).
21. *Una* Nic. (*usta* Dist.).

Aus dieser Liste, die ich mit allem Vorbehalt gebe, möge ja nicht geschlossen werden, dass, weil von der einen oder andern Gattung diese oder jene oder auch mehrere Arten ohne Androconien gefunden worden sind, alle übrigen Arten, die etwa aus äusserlichen Gründen den aufgezählten Gattungen einverleibt wurden, nun auch ohne Androconien sein müssten. Auch umgekehrt darf nicht aus dem Vorhandensein jener Elemente bei der Mehrheit der Arten eines Genus gefolgert werden, dass alle übrigen sie ebenfalls besitzen müssten. Man kann da die seltsamsten Überraschungen erleben.

Das lehrt z. B. die grösste Gattung *Lycaena*, die freilich neuerdings mit mehr oder weniger Recht in zahlreiche Untergattungen oder Gattungen gespalten worden ist, wobei ausser den Verschiedenheiten der Färbung und Zeichnung wohl zum Teil die Beschaffenheit der Genitalien, bis jetzt aber noch kaum diejenige der Androconien als Einteilungsprinzip berücksichtigt wurde. Vielleicht wird es, sobald die Kenntnis der Androconien durch Untersuchungen aller bekannten Arten vollständiger geworden sein wird, nicht schwer fallen, auf Grund derselben gewisse natürliche Gruppen zusammen zu stellen. Ja ein solcher Versuch könnte vielleicht jetzt schon bis zu einem gewissen Grad gewagt werden; doch wartet man besser ab. Ich habe bis jetzt etwa 140 Arten und Formen des Genus Lycaena untersucht.

Schon Watson hat angegeben, dass *medon* Esp. (alexis Scop., astrarche Bgstr.) und *chiron* Rott. (eumedon Esp.), welchem letzteren Deschamps irrtümlich Androconien zugeschrieben hatte, solcher entbehren. Da bei diesen Arten die ♂♂ eben so braun sind, wie ihre eignen und wie sonst die meisten Bläulings ♀♀, nahm Watson bei ihnen eine Nachahmung der ♀♀ durch die ♂♂ an. Seither ist dieser Mangel nicht nur bei den beiden Arten bestätigt, sondern von Köhler auch bei den gleichfalls braunen Arten *anisophthalma* Koll., *anthracias* Chr., *miris* Std., *triphysina* Std. nachgewiesen worden. (Die in Köhler's Liste weiter genannten: pretiosa Std., rhymnus Evsm., tengstroemi Ersch. gehören nicht zu den Lycaenen, sondern ins Genus Thecla.) Ich habe den Mangel auch bei den braunen *iris*

Std., *persephatta* Alph., *ramburi* Verity (idas Ramb.) und *rutilans* Std. festgestellt. Andrerseits haben jedoch die gleichfalls braunen *admetus* Esp. (+ f. *rippertii* Bsd.), *chilensis* Blchd., *eurypilus* Frr., *lucifera* Std. und *mithridates* Std. sehr reichliche und gut entwickelte Männchenschuppen. Watson's Auffassung stimmt also nicht, und man wird sich irgendwie mit den Tatsachen abfinden müssen.

Nun hat Tutt 1908 (l. c. III, p. 150) für *medon, chiron, ramburi* und *nicias* Meig. (donzelii Bsd.) wegen mehrerer gemeinsamer Eigenschaften das neue Genus *Aricia* aufgestellt. In dieses kann aber *nicias* nicht gehören, da er massenhafte Androconien besitzt.

Es wäre indessen verkehrt zu glauben, dass nur braune Lycaenen ohne Androconien seien. Sie fehlen auch bei *orion* Pall., während die ihm anscheinend nahe verwandten *baton* Bgstr. (+ f. *panoptes* Hbn.) und *abencerragus* Pierr. deren zwar spärliche, aber dafür riesige haben. — Hier sei bemerkt, dass *abencerragus* wegen seiner ganz verschiedenen Androconien (s. Fig. 1) als gute Art von *baton* und dessen Nebenform *panoptes* Hbn. unbedingt zu trennen ist, eine Annahme, die Oberthür aus andern Gründen schon ausgesprochen hat (s. Fig. 2).

Aber auch die glänzendblaue *cytis* Chr. ist ohne Androconien, während die durch gleiche Stellung der Vorderflügelocellen ihr sehr nahestehende, nur trüber blaue *panagaea* HSch. deren ebenfalls wenige, aber unerhört grosse zeigt (Fig. 16).

Unter den neoarktischen Lycaenen, von denen ich 13 untersuchen konnte, habe ich *couperi* Grote und die wunderbare *sonorensis* Feld. ohne Androconien gefunden (ebenso *heteronea* Bsd., die aber trotz ihrer Blaufärbung vermutlich dem Genus *Chrysophanus* zuzuteilen ist, mit dem sie grosse Verwandtschaft zu haben scheint).

Einige weitere Beispiele aus dem Genus *Lycaena* sind geeignet, den hohen diagnostischen Wert der Androconien-Untersuchung deutlich zu machen:

Die Unterscheidung von *argus* L. (aegon Schiff.) und *idas* L. (argus Schiff., argyrognomon Bgstr.) bereitet, wie ich öfter bemerkte, manchen sonst gewiegten Lepidopterologen gewisse Schwierigkeiten, welche aber durch die Betrachtung der ganz verschiedenen Androconien (s. Fig. 3, 4) leicht zu überwinden sind. Das gleiche Verfahren gestattet zu entscheiden, dass die zentralasiatische *planorum* Alph. (Fig. 6), die japanische *insularis* Butl. (Fig. 5), sowie die neoarktischen *acmon* Wstwd. und *melissa* Edw., die zuweilen als Varietäten der einen oder andern jener beiden Arten aufgefasst wurden, alle selbständige Arten sind.

1914 habe ich (Int. ent. Ztschr. Gub., p. 105—6) nachgewiesen, dass die Zuteilung von *dardanus* H. Sch., *aegagrus* Chr. und *pyrenaica*

Pierr. (fälschlich Bsd.) als Varietäten zur Spezies *orbitulus* Prunn. ein doppelter Fehler ist; erstens weil *orbitulus* Prunn. der einzig richtige Name ist für die bisher allgemein als *pheretes* Hbn. bezeichnete Art; zweitens weil die drei genannten Formen mit der Spezies nichts zu tun haben, die bisher irrtümlich *orbitulus* Prunn. (oder auch Esper) genannt worden ist, aber richtig *rustica* Edw. heissen muss, sondern von dieser scharf zu trennen ist. Auf Grund der bei allen dreien übereinstimmenden Augenstellungen der Vorderflügel kam ich zum Schluss, dieselben bildeten zusammen eine Art mit der Stammform *dardanus* und *pyrenaica* und *aegagrus* als Nebenformen. Jetzt, nach gründlicher Untersuchung der Androconien, stelle ich fest, dass diese bei *dardanus* und *aegagrus* genau gleich sind (Fig. 7), so dass diese zwei eine Art bilden, bei *pyrenaica* (Fig. 8) und *rustica* (Fig. 9) dagegen die Androconien durchaus von jenen abweichen, so dass diese zwei als eigne Arten gelten müssen.

Unter die *icarus*-Formen ist von jeher *celina* Aust. und später *lucia* Culot gerechnet worden; erstere mit Recht, denn sie hat die *icarus*-Androconien (Fig. 10); *lucia* mit Unrecht, denn ihre Androconien sind wesentlich verschieden (Fig. 11). Auch der erst unlängst von Chapman entdeckte *thersites* Cantener kennzeichnet sich durch besondere Androconien (Fig. 12) als eigne Art gegenüber *icarus*, mit dem er bisher immer verwechselt worden ist. Hier bewährt sich die Androconien-Untersuchung besonders glänzend, weil die beiden Arten infolge einer sehr weitgehenden Mimicry sonst oft kaum zu unterscheiden sind.

1910 habe ich (Ent. Ztschr. Stuttgt., p. 188) auf den Wirrwarr hingewiesen, der in der Auffassung erfahrenster Lepidopterologen hinsichtlich der Artrechte der bald zur ,,Damon"-, bald zur ,,Dolus"-gruppe gezählten *admetus* Esp. (+ f. *rippertii* Bsd.), *damon* Schiff., *damone* Evsm. (mit vielen Nebenformen), *dolus* Hübn. (mit f. *menalcas* Frr.), *hopfferi* HSch., *mithridates* Std., *phyllides* Std., *phyllis* Chr. herrscht. Mit Hilfe der Androconien lässt sich feststellen, dass es sich um acht getrennte Arten handelt.

Von Kirby ist 1871 *martinii* Alld. und von Alpheraky und Staudinger ist *pylaon* Fisch. als Varietät von *sephyrus* Friv. aufgefasst worden. Die Androconien sind aber bei allen so verschieden, dass sie sicher eigene Spezien sind.

Allgemein sind mit *tithonus* Hbn. (fälschlich eros Ochs.) vereinigt worden: *boisduvalii* HSch., *eroides* Friv. und *erotides* Std. Mehrfach, so auch von mir, sind Zweifel an dieser Zusammengehörigkeit ausgesprochen worden, da die drei letztern durch allerlei Äusserlichkeiten von *tithonus* abzuweichen scheinen. Nun geht aber aus der Beschaffenheit der Androconien hervor, dass sie bei allen übereinstimmen, so dass es sich um eine Art handelt. Dagegen hat die trotz ihrer auffallenden äussern Unähnlichkeit von Staudinger zu *tithonus* gestellte Form *amor* Std. ihre eignen Androconien, ist also bona species.

So liessen sich allein aus dem Genus *Lycaena* noch manche Beispiele anführen, welche die diagnostische Bedeutung der Androconien belegen könnten.

In dem nahestehenden Genus *Chilades* Mre., als dessen Typus der Autor *laius* Cr. bezeichnete, hat merkwürdigerweise Nicéville auch *trochilus* Frr. untergebracht, trotz seiner grossen äusseren Verschiedenheit, einzig wegen gleicher Rippenanordnung. Andre haben die dem letzteren einigermassen gleichenden südafrikanischen *mahallakoena* und *metophis* Wall., *messapus* God., sowie die neoarktischen *exilis* Bsd. und *isophthalma* HSch. (für welche zwei Scudder die Gattung *Brephidium* schuf) damit vereinigt. Von diesen allen besitzt aber nur *laius* Androconien und zwar solche mit fast kreisförmigem Umriss.

Kirby hat 1870 *minimus* Füssl. (alsus S. V.) als Typus des von Schrank aufgestellten Genus *Cupido* bezeichnet. Tutt ist ihm darin gefolgt und hat *sebrus* Hbn. (fälschlich Bsd.) hinzugefügt. (Die Abtrennung vom Genus *Lycaena* rechtfertigt sich durch die verschiedenen Rippenanordnungen.) Zu ihnen ist wegen ähnlicher, wenn auch deutlich verschiedener Androconien *prosecusa* Ersch. (mit f. *duplex* Alph. und *korlana* Std.) zu stellen, vermutlich auch die von mir noch nicht untersuchten *buddhista* Alph. (Form von sebrus?) und *gisela* Püngeler. — Dagegen ist, wie schon Kirby, später Rühl und Oberthür angenommen haben, *lorquinii* HSch., der sich äusserlich nur durch die blaue Oberseite des ♂ von *minimus* unterscheidet, wegen völliger Gleichheit der Androconien als Form des letztern zu betrachten.

Den *Lycaenen* schliessen sich durch ihre Ovalschuppen die Arten des nord- und mittelamerikanischen Genus *Hemiargus* Hbn. an, von denen ich *ammon* Lef. (Fig. 14), *hanno* Stoll und *isola* Reak. untersuchen konnte; bei *ammon* nähern sich die Schuppen der Kreisform.

Auch das Genus *Everes* Hbn., das von Tutt wegen der Ähnlichkeit der Genitalien in die nächste Nähe von *Cupido* gerückt wird, hat ovale Androconien, die ich bei *argiades* Pall. (+ f. *polysperchon* Bgstr.), *amyntula* Bsd. und *dipora* Mre. nicht von einander unterscheiden kann, so dass mir die zwei letzteren als Formen des ersteren gelten. Verschieden aber sind die Androconien der übrigens schon äusserlich deutlich abweichenden *alcetas* Hbn. (coretas Ochs.), *comyntas* God. und *parrhasius* Fbr. (für welchen letztern Tutt das eigne Genus *Binghamia* geschaffen hat). Alle drei sind sicher gute

Arten. B. Baker spricht dem *parrhasius* alle Androconien ab; er besitzt aber solche, nur sind sie recht spärlich und zerstreut. — Der afrikanische *micylus* Cr., der bisweilen hieher gezählt wird, hat beinahe kreisförmige Androconien (s. hiezu die Fig. 17—21). — Die nordasiatische *fischeri* Evsm. und die afrikanischen *hippokrates* Fbr. und *jobates* Hopff., die teils hieher gezogen, teils besondern Gattungen zugewiesen worden sind, entbehren der Androconien gänzlich, sind also hier auszuschalten.

Auch die Gattung *Cyaniris* Dalm. mit *argiolus* L. als Typus, erweist sich so, wie sie allgemein zusammengestellt wird, keineswegs homogen. Wie *argiolus* (und seine asiatischen Formen *coelestis* Koll., *huegelii* Mre., *ladonides* de l'Orza) haben auch seine indomalayischen Verwandten *akasa* Hsfld., *camenae* Nic., *ceyx* Nic., *dilectus* Mre., *limbatus* Mre., sowie der (von *argiolus* ganz zu trennende) neoarktische *pseudargiolus* Bsd. ihre besondern schaufelförmigen Androconien (s. Fig. 24—30). Bei *musina* Sn. jedoch bilden dieselben ein langgezogenes Dreieck (Fig. 31). — Bei *cossaea* Nic., *plauta* Druce, *pryeri* Murr., *puspa* Hsfld. und *transpectus* Mre. aber fehlt jede Spur von Androconien. Es erscheint deshalb richtig, sie alle aus dem Genus *Cyaniris* auszuscheiden und vielleicht dem Genus *Lycaenopsis* Felder zuzuteilen, dessen Typus *haraldus* Fbr. ich aber noch nicht untersuchen konnte.

An *Cyaniris* lässt sich das indomalayische Genus *Lampides* Hbn., das ebenfalls im allgemeinen Schaufelschuppen hat, anreihen. Dies gilt von *celeno* Cr. mit ihren vielen Nebenformen (von denen ich *agnata* Druce, *alexis* Stoll, *optimus* Röb., *zebrina* Frhst. untersucht habe), von *aratus* Cr., *cleodus* Feld., *euchylas* Hbn. (mit den von mir untersuchten Nebenformen *aleuas* Feld., *aruensis* Pagst., *ariel* Frhst.), von *lucianus* Röb., *osias* Röb., *saturatus* Sn. (s. Fig. 32—37, 39). Dagegen besitzt *elpis* God. und die dazu gehörige Form *schatzi* Röb. sehr spärliche Androconien von langer Zungenform mit fast unzählbaren Punkten auf den dichtgedrängten Rippen (Fig. 38). Bei *amphissa* Feld. (Fig. 40) und *festivus* Röb. tauchen die schon oben beschriebenen, sehr kurzgestielten, von vier Rippen durchzogenen und erst im verbreiterten Endteil punktierten Schuppen auf — ein merkwürdiger Gegensatz zu den ersterwähnten Arten! — Ganz ohne Androconien habe ich bis jetzt die mit *elpis* anscheinend nahe verwandte *kondulana* Feld., sowie *coeruleus* Druce gefunden.

Die Gattung *Nacaduba* Mre., von der ich 15 Arten und Formen mikroskopiert habe, zeichnet sich aus durch meist fächerförmige, unter sich ziemlich verschiedene Androconien (Fig. 43—46, 48, 49). Die Spezies *nora* Feld. (ardates Mre.) habe ich oben angeführt als Beispiel für den Kontrast zwischen geringer Körpergrösse und riesigen

Androconien. Hier füge ich bei, dass *noreia* Feld. (caudata Mrc.), die von einzelnen als besondere Art betrachtet wird, die gleichen Schuppen hat, wie *nora,* also nur deren Nebenform ist (Fig. 44 + 82). Überraschend sind bei *viola* Mrc. die ovalen Schuppen mit acht nur in der äussern Hälfte knorrig verdickten Rippen, und bei *dana* Nic. die langen Zungen (Fig. 42 + 84) von grosser Ähnlichkeit mit denjenigen von *Lampides amphissa* und *festivus.*

Im Genus *Thysonotis* sind unzählige Arten aufgestellt worden, die vielfach schon äusserlich kaum zu unterscheiden sind. Ihre Androconien pflegen Schaufeln von teilweise mächtigen Dimensionen zu sein, die reichlich über die blauen Flügelgegenden verteilt sind. Ich habe zahlreiche Formen untersucht und dabei völlige Übereinstimmung der Androconien von *danis* Cr., *apollonius* und *philostratus* Feld., ferner von *caelius, hymetus* und *taygetus* Feld. festgestellt, so dass ich diese beiden Gruppen als zwei Arten ansehe, während *brownii* Druce, *piepersi* Sn., *regalis* Druce, *schäffera* Esch. und *sebae* Bsd. für sich dastehen (Fig. 50—54).

Ein sonderbares Gemisch stellt auch die Gattung *Catochrysops* Bsd. der Autoren, z. B. de Nicéville's, dar. Die afrikanische *malathana* Bsd. (asopus Hopff.) und die indische *pandava* Hsfld. haben ovale, die südafrikanische *barkeri* Trim. und die indomalayische *cneius* Fbr. ungefähr kreisförmige, ja fast querovale, die indischen *platissa* HSch. und *strabo* Fbr. abgerundet viereckige und zugleich basal bräunliche Androconien (s. Fig. 22, 23, 79). Der afrikanische *cissus* God., der gelegentlich hieher gezählt worden ist, für den aber Karsch das Genus *Neolycaena* aufgestellt hat, entbehrt der Männchenschuppen.

Auffallend sind auch die verschiedenen Befunde bei dem besonders in Afrika artenreichen, etwas spärlicher über Arabien und Indien und von da über die Sunda-Inseln bis Australien verbreiteten, sehr wenig einheitlichen, deshalb von B. Baker neuerdings in mehrere Untergattungen geteilten Genus *Lycaenesthes* Mre. Ich habe davon neun afrikanische und fünf indomalayische Arten untersucht, aber von jenen nur *amarah* Guér., von diesen aber alle, nämlich *emolus* God., *licates* Hew., *lycaenina* Feld., *philetas* Hopff. und *villosa* Sn. im Besitz von Androconien gefunden. Diese sind durchweg mit basalem Sinus und sehr kurzem Stiel versehen; *amarah* hat aber sehr grosse, längliche Punkte auf zwölf Rippen mit deutlichen Netzen (Fig. 67); die andern sind unter sich alle ziemlich ähnlich mit vielen feinen Rippen und zahllosen winzigen Punkten ausgestattet, ohne Netze (Fig. 66). (Watson hat (Fig. 41) von einer australischen Spezies, die er „*lycaenoides*“ nennt, zu der er aber keinen Autor angibt, Androconien abgebildet, die denjenigen von *boetica* L. entfernt gleichen, aber fabelhaft gross sind. Im Gedanken, dass es sich dabei vielleicht um *Lycaenesthes lycaenoides* Feld. (recte *emolus* God.) gehandelt haben könnte, habe ich mehrere Exemplare dieser Art untersucht, aber nichts Entsprechendes gefunden.)

In das von Moore 1881 aufgestellte Genus *Tarucus*, als dessen Typus er *theophrastus* Fbr. bezeichnet hat, gehören selbstverständlich zunächst dessen Nebenformen *callinara* Butl., *nara* Koll., *alteratus* und *venosus* Mre. Ihnen sind schon beigesellt worden: *telicanus* Lg., *plinius* Fbr. (pulchra Murr.), ferner *balkanicus* Frr., der südafrikanische *sybaris* Hopff., die mittelamerikanischen *cassius* Cr. und *marina* Reak. Doch sind für die einen oder andern auch schon eigene Genera oder Subgenera vorgeschlagen worden. Das Studium der Androconien ergibt nun für alle, mit Ausnahme von *balkanicus* und *sybaris*, einen ähnlichen abgerundet viereckigen Umriss, eine ähnliche Anordnung der Rippen und Punkte und einen sehr plumpen Stiel (s. Fig. 55, 57, 59, 86). Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, würde ihrer Vereinigung in ein Genus nichts im Weg stehen; während, wie Seitz betont, die Behaarung der Augen bei *telicanus*, ihre Kahlheit bei *theophrastus* gegen eine Vereinigung spricht. — Sicher bilden der mit *theophrastus* fast zu verwechselnde (von Oberthür auch als dessen Form erklärte) *balkanicus* mit seinen länger viereckigen, weit feiner gerippten und punktierten (Fig. 56) sowie *sybaris* mit seinen ovalen Schuppen (Fig. 58) eigene Arten. Scudder hat *marina* und *cassius* zu Unrecht als getrennt betrachtet, da beide die gleichen Androconien haben (Fig. 55).

Besonders zusammengewürfelt erscheint auch das Genus *Zizera* Mre., so wie es 1900 von Butler dargestellt worden ist. Er hat darin viele Arten aufgezählt, die von jedem Autor wieder anders, bald als selbständig, bald als Varietäten andrer Arten aufgefasst worden sind. Chapman hat 1910 eine auf die Genitalien und die Flügelrippenbildung gegründete Gruppierung vorgenommen und dabei zunächst *minimus* Füssl., der von Moore als Typus von *Zizera* genannt worden war, mit Recht ausgeschaltet. Dieses Verfahren ist nun doppelt berechtigt, da *minimus* ovale Schuppen hat, wie sie bei andern *Zizera*-Arten nie vorkommen. (Dass *minimus* besser zu *Cupido* Schrank gezählt wird, ist oben erwähnt.) Chapman hat sodann die Subgenera *Zizeeria*, *Zizina*, *Zizula* und *Actizera* gebildet. Ich bin nun nicht in der Lage gewesen, alle von ihm aufgeführten Arten zu untersuchen; es fehlen mir *Zizina indica* Murr. und *Actizera atrigemmata* Butl. — Wenn er nun das Subgenus Zizeeria bestehen lässt aus: *maha* Koll., *ossa* Swinh., *karsandra* Mre. und *lysimon* Hbn., so muss ich einwenden, dass die zwei letzten (wie auch *Zizula gaika* Trim. und *Actizera lucida* Trim.) ohne Androconien sind, also jedenfalls mit *maha* und *ossa* nicht zusammen gehören. Denn diese haben Androconien und zwar von sehr charakteristischer Gestalt: es sind Parallelogramme mit abgerundeter Basis und quer abgestutztem Ende, auch sonst von allen mir bekannten Männchenschuppen abweichend. Übrigens haben *ossa* und ebenso *argia* Mén. und *japonica* Murr. genau gleiche Schuppen wie *maha,* so dass sie alle nur als Formen letzterer Art gelten dürfen (Fig. 60). — Noch eigentümlicher sind die Androconien der von Chapman im Subgenus *Zizina* vereinigten Formen: es sind die einzigen von mir bis jetzt beobachteten asymmetrischen Schuppen, schiefviereckig mit gestreiftem und leicht bräunlichem Basalteil. Unter ihnen pflegt *otis* Fbr. noch die regelmässigsten zu zeigen, die zugleich meist basal abgerundet sind; *labradus* God., sowie *alsulus* HSch. besitzen stark verschobene, an der Basis meist schief geschnittene, ja in eine scharfe Spitze ausgezogene, am freien Rand oft etwas eingebuchtete (Fig. 61), *lysizone* Sn. endlich meist zweizackige Androconien (Fig. 62 + 80). Man findet aber bei jeder dieser vier Formen Andeutungen verschiedener Eigentümlichkeiten der drei andern, so dass ich sie mit grosser Wahrscheinlichkeit als zu einer Art gehörig betrachte. — Die von Chapman zum Genus *Actizera* gezogene *panagaea* Hdch. gehört wegen ihrer sehr abweichenden Androconien (Fig. 16) nicht hieher.

So viel über Beschaffenheit und Vorkommen der Männchenschuppen bei *Lycaeninen.* Nun noch Einiges über ihre mutmassliche Entstehung. Wie ich oben sagte, kann man von den Schuppen der männlichen Marken der *Theclinen* ruhig annehmen, dass sie umgewandelte Normalschuppen seien. Die Übergänge von letzteren zu ersteren sind oft direkt nachweisbar.

Die Frage ist, ob auch die Androconien aus Normalschuppen sich entwickeln? Mir ist eine Spezies bekannt, die hier einen, wie mir scheint, guten Fingerzeig geben kann, nämlich *Lycaena anteros* Freyer. Köhler und Bethune Baker haben bereits gewisse ihr eigene Schuppen von Schaufel- oder Kelchgestalt erwähnt, und ersterer hat sie notdürftig bei sehr schwacher Vergrösserung abgebildet (seine Fig. 9 auf Taf. 14). Mit Normalschuppen haben sie, wie man unter starker Vergrösserung erkennt, die feine Längs- und Querberippung gemein, mit Androconien den langen, aus dem Körper allmählich hervorgehenden Stiel und — was höchst wichtig ist — die Anordnung in eigenen Reihen zwischen den Normalschuppen. Dabei sind sie aber unter sich an Länge und Breite verschieden, nicht nur beim gleichen Individuum, sondern sogar in derselben Reihe. Ihr freies Ende pflegt quer abgeschnitten zu sein, ist aber zuweilen auch etwas vorgebogen oder umgekehrt leicht eingekerbt. Ihre Zahl ist ziemlich bedeutend, erreicht aber nie diejenige der Normalschuppen. Bei ihrem Anblick drängt sich ohne weiteres der Eindruck auf, als seien sie Übergangsgebilde, welche zwischen Normalschuppen und Androconien in der Mitte stehen. In der feineren Struktur gleichen sie aber zweifellos mehr den ersteren; und es ist mir nicht gelungen, auch nur an einem derselben jene für Androconien bezeichnende „Tüpfelung" zu entdecken, so dass ich nicht verstehe, wie B. Baker dazu kommt, sie gleich den Androconien als „Bläschenschuppen" zu bezeichnen. Jedenfalls müsste, wenn wirklich Androconien aus Normalschuppen hervorgehen — was an sich nicht unmöglich erscheint, trotzdem beide in verschiedenen Reihen stehen — *anteros* als die einzige bis jetzt bekannte Art betrachtet werden, bei der die Entwicklung scharf auf der Mittelstufe von Übergangsschuppen angehalten hätte (s. Fig. 68 und 89).

Nun hat Köhler 1900 die mutmassliche Entstehung der „Duftschuppen" männlicher Lycaeniden besprochen und die Hypothese aufgestellt: diese Gebilde gingen hervor aus einer bestimmten Kategorie von Haarschuppen.

Schon vor ihm (1880) hat Aurivillius auf Haarschuppen aufmerksam gemacht, welche mit den gewöhnlichen Haaren, wie sie bei beiden Geschlechtern auf der Oberseite der Flügelwurzeln und längs der vorderen und hinteren Flügelsäume meist vorkommen, nicht verwechselt werden dürften. Sie seien nur bei den ♂♂ zu finden, bei denen sie zuweilen den ganzen Diskus bedeckten; sie hätten eine „unten offene", nicht, wie die andern, eine zugespitzte Wurzel, und stünden in den gleichen Reihen mit den Männchenschuppen. Seine Figur 18 auf Tafel II veranschaulicht ihre Gestalt bei *icarus*; dieselbe ist bei kürzeren Schuppen parallelrandig, bei längeren gegen das Ende etwas verbreitert. Die Basis zeigt einen winzigen Sinus und ein aus diesem entspringendes, äusserst kurzes, abwärts gebogenes Stielchen. Ihr Vorkommen erwähnt er bei *pheretes* Hbn. (recte: *orbitulus* Prunn.), *amandus* Schn., *argester* Bgstr. (recte: *hylas* Esp.), *bellargus* Rott., *icarus* Rott., *argyrognomon* Bgstr. (recte: *idas* L.). Bei *alcon* Fbr., *arion* L., *donzelii* Bsd. (recte: *nicias* Meig.), *argus* L. und *orion* Pall. hat er keine gefunden; bei *aquilo* Bsd., *cyllarus* Rott. (recte: *alexis* Poda), *optilete* Kn., *semiargus* Rott., *argiolus* L. und *minimus* Füssl., die er alle auch untersucht hat, spricht er nicht davon.

Köhler hat die betreffenden Haarschuppen, die man also wohl als spezifisch „männliche" bezeichnen kann, auch bei *damon* S. V., *eros* Ochs. (recte: *tithonus* Hbn.), *alexis* S. V. (recte: *icarus* Rott.), *hyrcana* Led., *menalcas* Frr., *rippertii* Bsd. und „bei einer Anzahl anderer" festgestellt. Er gibt denselben aber keine andre Gestalt, als den gewöhnlichen Haarschuppen, namentlich keine eingebuchtete Basis, und lässt eine solche auch in dem einzigen nach dem mikroskopischen Befund bei starker Vergrösserung gezeichneten Bild (Taf. 13, Fig. 79) vermissen. Dagegen stimmt er mit Aurivillius darin überein, dass diese „männlichen" Haare mit den „Duftschuppen" in gleichen Reihen stehen.

Aus dieser Tatsache, die auch ich bestätigen kann, schliesst Köhler weiter auf einen phylogenetischen Zusammenhang zwischen Haaren und Duftschuppen. Haare hätten wahrscheinlich überhaupt das erste Schmetterlingskleid gebildet und sich allmählich erst in Schuppen, so auch in Duftschuppen verwandelt. Also seien letztere nicht von den Urlycaeniden auf ihre Nachkommen vererbt, sondern von jeder Spezies im Verlauf ihrer Entwicklung eigens herangebildet worden. Die jetzt noch duftschuppenlosen Spezien aber würden vermutlich später den Mangel noch ausgleichen, also Duftschuppen erwerben.

Nun müsste sich aber, meines Erachtens, diese Hypothese auf folgende Nachweise stützen können:

1. dass bei den jetzt noch duftschuppenlosen Arten wenigstens die männlichen Haarschuppen vorhanden seien, aus denen allein Duftschuppen sollen entstehen können.

2. dass bei den mit Duftschuppen versehenen Arten mindestens noch Spuren von Haarschuppen, aber auch von Gebilden vorhanden seien, die zwischen beiden die Mitte halten; vielleicht sogar:

3. dass ein Wechselverhältnis bestehe zwischen den verschiedenen Gebilden; beispielsweise bei noch reichlichem Haarkleid eine geringe Zahl von Zwischenformen und eine noch geringere von gut entwickelten Duftschuppen vorhanden sei — und umgekehrt.

Was die erste dieser Forderungen betrifft, so hat Köhler selber zugegeben, dass der duftschuppenlose *agestis* S. V. (recte: *medon* Esp.) auf den Flügelflächen, welche das regelmässige Duftschuppengebiet darstellen, keine Haarschuppen hat. Ich selbst habe mich bei allen Arten, welche der Androconien entbehren, vergeblich bemüht, die primären ♂ Haare zu finden, welche laut Köhler in besonderen Alveolenreihen zwischen den Normalschuppen stehen müssten. Alle diese Arten sind also dem Urzustand, der Haarbekleidung entwachsen und haben trotzdem keine Duftschuppen ausgebildet. Wie sollen sie nun, haarlos, wie sie sind, solche noch erwerben können?

Den zweiten Nachweis glaubt Köhler geliefert zu haben durch die Entdeckung gewisser Gebilde, die er „Übergangsschuppen" nennt, weil er sie für Übergänge hält zwischen Haar- und Duftschuppen. Er schildert sie als langgestreckt, im Bau zum Teil den Haarschuppen gleichend, zum Teil aber sehr breit, mehr den Duftschuppen ähnlich und zuweilen wie diese punktiert. In seinen schematischen Figuren 7 und 8 auf Tafel 14 deutet er diese Eigenschaften nur an. Ausgeführte Bilder gibt er aber auf Tafel 12 und 13 von den vier Arten: *torgouta* Alph. (Fig. 33b), *donzelii* Bsd. (Fig. 34b, c), *bellargus* Rott. (Fig. 75b, c), *erschoffii* Led. (Fig. 77a—c). Alle abgebildeten Schuppen sind, verglichen mit den typischen Androconien der betreffenden Arten, viel, doppelt bis sechsmal grösser, bis zweimal breiter; alle sind einfach längsgestreift, ohne Punkte auf den Rippen; alle unterscheiden sich von Normalschuppen durch das Fehlen eines basalen Sinus und durch den langen Stiel.

Nun besitze ich aus der Zeit lange bevor ich (im Sommer 1915) mit Köhler's Arbeit bekannt geworden war, Zeichnungen eigentümlicher Gebilde, die ich bei vielen Lycaenen oft mitten unter typischen Androconien beobachtet und als „gelbe Schuppen" bezeichnet hatte. Sie stimmen mit Köhler's Beschreibung und Bildern von „Übergangsschuppen" gut überein, und ich muss annehmen, dass wir beide das Gleiche gesehen haben.

Der von mir gewählte Name bezieht sich auf eine schwach gelbliche bis bräunliche Färbung, welche diesen Schuppen gewöhnlich eigen ist; seltener sind sie grau oder farblos, nie aber glashell, wie richtige Androconien. Sie fallen unter dem Mikroskop sofort auf. Im Umriss sind sie, wie die Androconien, oval, seltener parallelrandig, oder am freien Ende quer abgestutzt, stets ohne Sinus, mit langem Stiel. Ihre Grösse ist bisweilen diejenige der Androconien der betreffenden Art, selten geringer, sehr oft viel bedeutender. Aber neben einander können solche von sehr verschiedenem Umriss und Umfang getroffen werden. Ihre Oberfläche ist längsgerippt. Die Abstände dieser Rippen pflegen kleiner zu sein, als diejenigen der Androconienrippen. Bei starken Vergrösserungen erkennt man aber auch eine ungleich feinere Querstreifung, ähnlich derjenigen der Normalschuppen. Von Tüpfelung, wie Köhler sie bei einer angeblichen Übergangsschuppe von *Lyc. astraea* (Fig. 38b) abbildet, habe ich an meinen gelben Schuppen nie etwas bemerken können; wohl aber erinnert mich diese Figur an die von mir oben beschriebenen „Riesenschuppen", denen man unter den Androconien vieler Arten gelegentlich begegnet; als solche deute ich denn auch jenes Bild. Im Ganzen gleichen die gelben Schuppen sehr auffallend den Männchenschuppen von *Lyc. anteros* (s. Fig. 68, 69, 89), so dass ich sie für analog halte.

Derartige Gebilde, die ich als mit Köhler's Übergangsschuppen übereinstimmend zu erklären wage, habe ich bei 80—90 Arten und Formen festgestellt, aber bisher ausschliesslich bei den mit Ovalschuppen versehenen Gattungen *Lycaena, Cupido* und *Everes,* gleichgültig welcher Herkunft sie waren; dagegen nie bei den mit anders gestalteten Androconien ausgestatteten Arten. Übrigens erwähnt auch Köhler bei solchen Arten keine Übergangsschuppen. Und doch sollte man, wenn nach seiner Annahme der Weg zu den fertigen Duftschuppen durch die Übergangsschuppen führte, solche auch bei Spezien mit Schaufel-, Fächer- (etc.) Schuppen gelegentlich beobachten.

Einzelne Arten, ja innerhalb der Arten einzelne Individuen zeigten die gelben Schuppen zahlreicher, als andere. Köhler gibt dasselbe für seine Übergangsschuppen an und bildet von *Lyc. erschoffii* (pag. 116, 117) sechs Fälle mit sehr verschiedener Zahl teils von Übergangs-, teils von Duftschuppen auf dem Hinterflügel ab. Am reichlichsten fand ich jeweilen gelbe Schuppen bei *Lyc. admetus, argus, damon, eversmanni, mithridates, omphisa, phyllis* und *Cup. minimus.* Zuweilen wimmelte es bei diesen geradezu davon, und zwar zum Teil bis an die Fransen heran. — Niemals aber sind mir Gebilde begegnet, welche ich als Übergänge zwischen Haaren und gelben Schuppen hätte auffassen können. Auch spricht schon die oft weit über diejenige der Androconien hinausgehende Grösse der gelben Schuppen gegen die Deutung, dass sie umgewandelte Haare seien; und der Gedanke, dass diese Elemente die zum Teil zwei- bis sechsfachen Dimensionen zuerst annehmen, um später auf diejenigen richtiger Androconien zusammenzuschrumpfen, ist doch gar zu phantastisch!

Köhler hat nur bei einer Spezies ohne Ovalschuppen angebliche „Übergänge“ gefunden zwischen den von ihm leidlich abgebildeten Männchenschuppen und viel längeren (aber nicht abgebildeten), einigermassen ähnlichen Gebilden, die in eine feine Spitze auslaufen, nämlich bei *boetica* L. Ich kenne diese langen Formen ganz gut und habe eine solche neben einer parallel gelagerten zungenförmigen Männchenschuppe abgebildet (Fig. 83). Aber ich finde beide Schuppen, zumal bei stärkeren Vergrösserungen, so verschieden, und habe Mittelformen zwischen ihnen so gar nie beobachtet, dass ich beide für selbständig zu halten geneigt bin, ohne die seltenen langen Schuppen in ihrer Biologie erklären zu können.

Dem dritten oben geforderten Nachweis, nämlich demjenigen eines gewissen Wechselverhältnisses zwischen männlichen Haaren, Übergangsschuppen und Duftschuppen in bezug auf deren Zahl, ist Köhler mehr oder weniger ausgewichen. Jedenfalls bringt er keine Belege dazu. Aus meinen mit redlichem Bemühen und aller erdenklichen Sorgfalt angestellten Untersuchungen muss ich aber schliessen, dass ein solches Verhältnis kaum je bestehen dürfte. Ich habe alle möglichen Kombinationen in der Zahl der drei Elemente verwirklicht gefunden, aber angesichts der völligen Regellosigkeit, die sich daraus ergab, folgern müssen, dass Köhler's Hypothese ihrer wichtigsten Stütze entbehrt.

Eher könnten die gelben Schuppen Zwischenformen zwischen Normalschuppen und Männchenschuppen sein. Manches spricht dafür, nichts, wie mir scheint, dagegen. — Der Umstand aber, dass sie bei verschiedenen Individuen einer Art so verschieden zahlreich sind, oft sogar fehlen, und dass ihre Grösse und Gestalt so sehr wechseln kann, lässt auch den Gedanken aufkommen, dass es sich vielleicht um pathologische, durch Entartung von Normalschuppen oder Androconien entstandene Gebilde handle. Darüber bringen hoffentlich weitere Untersuchungen Klarheit; und es dürfte sich empfehlen, bis dahin nicht allzu kühn über diese Dinge zu theoretisieren.

Zum Schluss sei eine weitere Frage berührt: Kennel hat 1896 die Hypothese aufgestellt, ursprünglich seien beide Geschlechter gleich beschuppt, beide also auch mit denjenigen Schuppen versehen gewesen, die wir jetzt als „Männchenschuppen“ bezeichnen. Letztere seien also nicht durch geschlechtliche Zuchtwahl bei den ♂♂ entstanden, vielmehr aus folgendem Grund bei den ♀♀ verloren gegangen: die ♀♀ müssten zu Zwecken der Fortpflanzung viel mehr Stoffe aus ihrem eignen Körper hergeben, als die ♂♂, und die Natur habe deshalb später jene Schuppen bei den ♀♀ geopfert, um eine Stoffersparnis zu erzielen. Bei den ♂♂ falle diese Rücksicht weg; sie hätten darum die Schuppen ruhig behalten können.

Diese Hypothese bekämpft Köhler mit einer nicht minder künstlichen: Er nimmt an, von Verlust der Duftschuppen bei den ♀♀ sei keine Rede gewesen. Vielmehr sei die Erwerbung dieser Elemente das Ziel der Entwicklung; und dasjenige Geschlecht und diejenigen Arten, bei denen man sie bis jetzt vermisst habe, würden dereinst doch alle zu deren vorteilhaftem Besitz gelangen. Deshalb sei auch die Bezeichnung „Männchenschuppen“ nicht gut gewählt. Denn schon jetzt besässen die ♀♀ sie gelegentlich. Zur Stütze dieser Ansicht bildet er von einem einzigen ♀ (von der blauen Form *ceronus* Esp. des *bellargus* Rott.), bei dem er „in geringer Anzahl“ solche Schuppen gefunden haben will, eine getüpfelte „Duftschuppe“ und zwei gestreifte „Übergangsschuppen“ ab, die alle zwei- bis sechsmal so gross sind, als die daneben stehende, sicher männliche Duftschuppe (Fig. 75a—c). Wenn es sich bei dieser Beobachtung nicht etwa um eine Verwechslung gehandelt hat, so könnte ich mir immer noch denken, dass jenes angebliche ♀ ein Zwitter war mit teilweise ausgebildeten Männchenschuppen. Jedenfalls habe ich nicht nur bei allen braunen, sondern auch bei manchen stark blauen ♀♀ (z. B. von *argus*, *bellargus*, *coridon*, *icarus* und *idas*) ganz vergeblich nach Androconien oder gelben Schuppen gesucht. Auch alle früheren Beobachter haben die Androconien bei ♀♀ stets vermisst.

Gegen die Hypothesen von Kennel und Köhler spricht aber gerade das Fehlen der Männchenschuppen bei ♀♀ in entscheidender Weise. Denn mögen die ♀♀ nun im Begriff stehen, diese Elemente zu verlieren, oder sie erst zu erwerben, so müssten doch noch Reste, oder schon Anfänge von solchen bei ihnen verhältnismässig häufig gefunden werden.

Zum Schluss spreche ich den Herren Kollegen Prof. Corning und Metzner, die mir in ihren Instituten viel zu mikroskopieren gestatteten, Frl. Egger, die mich dabei im physiologischen Institut tatkräftig unterstützte, Frl. Dr. Stoppel, die im botanischen Institut mit Erlaubnis von Herrn Prof. Senn die auf Tafel II abgebildeten Flügeldurchschnitte anfertigte, und Herrn Prof. Kreis, dem öffentlichen Chemiker, der für mich die Mikrophotographien aufgenommen hat, meinen wärmsten Dank aus.

Nicht minder verpflichtet bin ich Herrn H. Fruhstorfer in Genf, der mich durch Überlassung reichlichen indomalayischen Materials beglückte, sowie den entomologischen Geschäften Staudinger & Bang Haas in Dresden-Blasewitz, Ribbe in Dresden-Radebeul und Korb in München, die mir viel seltenes Material fast kostenlos zustellten.

Literaturquellen.

1. *Baillif* nur erwähnt bei:
2. *Bernard-Deschamps.* Recherches microscopiques sur l'organisation des ailes des Lépidoptères. (Annal. d. scienc. naturell. Zoologie II. série. T. III. 1835.)
3. *Watson, John.* On certain scales of some diurnal Lepidoptera. (Memoirs of the literary and philosophical Society of Manchester 1865.)
4. — On the plumules or battledore scales of Lycaenidae (ibid. 1868. Taf. I—III.)
5. *Anthony, John.* The markings on the battledore scales of some of the Lepidoptera. (Monthly microscopical Journal. I. 1872.)
6. *Müller, Fritz.* Über Haarpinsel, Filzflecke und ähnliche Gebilde auf den Flügeln männlicher Schmetterlinge (Jenaische Zeitschrift f. Naturwissensch. Bd. XI. 1877).
7. *Scudder, Samuel.* Antigeny or sexual dimorphism in Butterflies. (Proceedings of the American Acad. of Arts and Sciences. 1877.)

8. *Weismann, Aug.* Über Duftschuppen. (Zoolog. Anzeiger. I. 1878.)
9. *Schneider, R.* Die Schuppen an den verschiedenen Flügel- und Körperteilen der Lepidopteren. (Ztschr. f. die gesamt. Naturwiss. 1878. Bd. III.)
10. *Aurivillius, Christ.* Über sekundäre Geschlechtscharaktere nordischer Tagfalter (Bihang till K. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. V. No. 25. 1880.)
11. *Haase, Erich.* Duftapparate indo-australischer Schmetterlinge. (Iris 1887.)
12. — Dufteinrichtungen indischer Schmetterlinge. (Zoolog. Anzeiger. 1888.)
13. *Spuler, Arnold.* Beitrag zur Kenntnis des feinern Baues und der Phylogenie der Flügelbedeckung der Schmetterlinge. (Zoolog. Jahrbücher, Abteilg. Anatomie VIII. 1895.)
14. *Kennel, J.* Der sexuelle Dimorphismus, Variation und verwandte Erscheinungen. (Schriften d. Naturforsch. Gesellschaft d. Universität Dorpat, IX. 1896.)
15. *Voigt.* Referat über vorige Arbeit. (Biolog. Centralblatt XVI. 1896.)
16. *Köhler, Frz.* Die Duftschuppen der Gattung Lycaena, auf ihre Phylogenie hin untersucht. (Zoolog. Jahrbücher. Abtlg. I. Systematik etc. XIII. 1900.)
17. *Illig, Kl. G.* Duftorgane der männlichen Schmetterlinge. Inaug.-Dissertation. Leipzig 1902.
18. *Hirt, Otto.* Die Dufteinrichtungen der Neotropiden. (Zoolog. Jahrbücher. XXX. 1910.)
19. *Tutt, J. W.* A natural History of the British Butterflies Bd. II—IV (soweit erschienen) 1908—10.
20. *Chapman, T. A.* An unrecognized European Lycaena, identified as Agriades thersites Cantener. (Transact. of Entom. Soc. Lond. Febr. 1913.)
21. — On a new form of seasonal dimorphism in Agriades thersites Cant. (ibid. Octob. 1914.)
22. *Bethune Baker.* The Scales of the Ruralidae etc. (ibid. 1913.)

Manuskript eingegangen 23. Februar 1916.

Figuren-Erklärung.

Tafel I.

Alle Figuren der ersten Tafel sind von mir bei 500facher Vergrösserung mit dem Abbé'schen Prismenapparat gezeichnet, lassen also einen direkten Vergleich zu.

Fig.	1.	Lycaena	abencerragus Pierr.
„	2.	„	baton Bgstr. + f. panoptes Hbn.
„	3.	„	argus L.
„	4.	„	idas L. (argyrognomon Bgstr.) + f. argulus Frey.
„	5.	„	insularis Butl. (Japan)
„	6.	„	planorum Alph. (Thianshan).
„	7.	„	dardanus Hdch. + f. aegagrus Chr.
„	8.	„	pyrenaica Pierr.
„	9.	„	rustica Edw. (false orbitulus Prunn.) + f. podarce Feld.
„	10.	„	icarus Rott. + f. celina Aust.
„	11.	„	lucia Culot.
„	12.	„	thersites Cant.
„	13.	Cupido	minimus Füssl. + f. alsoides Ghd. + f. lorquinii HSch.
„	14.	„	sebrus Hbn.
„	15.	Hemiargas	ammon Lef. (Cuba).
„	16.	Lycaena	panagaea HSch.
„	17.	Everes	alcetas Hbn. (coretas Ochs.).
„	18.	„	argiades Pall. + f. amyntula Bsd. (Calif.) f. dipora Mre. (Indien) f. hellotia Mén. (Japan).
„	19.	„	parrhasius Fbr. (Celebes).
„	20.	„	comyntas God. (Nd.-Amerika).
„	21.	„	micylus Cr. (Uganda).
„	22.	Catochrysops	barkeri Trim. (Natal).
„	23.	„	platissa HSch. (Sumatra).
„	24.	Cyaniris	akasa Hsfld. (Java).
„	25.	„	argiolus L.
„	26.	„	dilectus Mre. (Sikkim).
„	27.	„	pseudargiolus Bsd. (Nd.-Amerika).
„	28.	„	corythus Nic. (Sumatra).
„	29.	„	limbatus Mre. (placida Nic.).
„	30.	„	ceyx Nic. (Celebes).
„	31.	„	musina Snell. (Sumatra).
„	32.	Lampides	celeno Cr. + agnatus Druce + alexis Stoll + optimus Röb. + zebrina Fdhst. (Indien etc.)
„	33.	„	aratus Cr. (Amboina).
„	34.	„	saturatus Snell. (Java).
„	35.	„	cleodus Feld. (Borneo).
„	36.	„	zebra Druce (Labuan).
„	37.	„	lucianus Röb. (Celebes).
„	38.	„	elpis God. (Sikkim).
„	39.	„	osias Röb. (Lombok).
„	40.	„	amphissa Feld. (Batjan).
„	41.	Uranothauma	juba Fbr. (Ostafrika — der Verbindungsfaden um die Hälfte zu kurz!)

Fig. 42.	Nacaduba	dana Nic. (Ceylon).
„ 43.	„	berenice HSch. (Celebes) + euretes Druce (Ceram) + dobbensis Ribbe (Neu-Pommern).
„ 44.	„	nora Feld. + noreia Feld. (Bengal).
„ 45.	„	macrophthalma Feld. (Bengal) + ralluana Ribbe (Neu-Guinea).
„ 46.	„	atrata Hsfld. (Indien).
„ 47.	„	viola Mre. (Indien).
„ 48.	„	ancyra Feld. (Borneo) + subfestiva Röb. (Aru) + meirangana Röb. (Batjan).
„ 49.	„	coelestis Nic. (Assam).
„ 50.	Thysonotis	danis Cr. (Ceram) + apollonius Feld (Aru) + philostratus Feld. (Batjan).
„ 51.	„	regalis Gr. Sm. (N.Guinea) + wallacei Feld. (Waigeu).
„ 52.	„	piepersi Snell. (Celebes).
„ 53.	„	caelius Feld (Aru) + hymetus Feld. (Aru) + taygetus Feld (Queensland).
„ 54.	„	schäffera Esch (Batjan).
„ 55.	Tarucus	cassius Cr. + marina Reak. (Centralamerika).
„ 56.	„	balkanicus Freyer.
„ 57.	„	theophrastus Fbr.
„ 58.	„	sybaris Hopff. (Natal).
„ 59.	„	telicanus Lang.
„ 60.	Zizera	maha Koll. (Sikkim) + argia Mén. (Japan, + japonica Murr. + ossa Swinh. (Bengal).
„ 61.	„	otis Fbr. (Sikkim) + labradus God. (Celebes) + alsulus HSch. (Key).
„ 62.	„	lysizone Snell. (Java).
„ 63.	Niphando	fusca Brem. (Amur) + cymbia Nic. (Khasia).
„ 64.	(Castalius?)	isis Drury (Uganda).
„ 65.	Orthomiella	sichela Wall. (Abessinien).
„ 66.	Lycaenesthes	licates Hew. (Celebes).
„ 67.	„	amarah Guér. (Natal).
„ 68.	Lycaena	anteros Freyer.
„ 69.	„	eversmanni Std. „gelbe Schuppe“.
„ 70.	„	„ Normalschuppe.
„ 71.	*Trugform:*	Lycaena (angeblich orbitulus Prunn., richtig:) rustica Edw. — Kopie n. Köhler's Fig. 10; richtige Form s. oben meine Fig. 9.
„ 72.	„	Everes (tiresias Rott. =) argiades Pall. — Kopie n. Köhler's F. 32; richtige Form s. oben meine Fig. 18.
„ 73.	„	Nacaduba (placida Nio. =) limbatus Mre. — Kopie n. Köhler's Fig. 29; richtige Form s. oben meine Fig. 29.
„ 74.	„	Lycaena idas L., von mir auch bei andern Arten oft beobachtet.
„ 75.	Rippenverschmelzung bezw. -teilung von	Lyc. thersites Cant.
„ 76.	„ „ „ „	Lyc. orbitulus Prunn.

Tafel 2.

Die Photographien sind aufgenommen mit dem von Herrn *Boreux* (Basel) konstruierten mikrophotographischen Apparat.

Fig. 77. Querschnitt des Vorderflügels von Lyc. icarus Rott.; zeigt die Querschnitte von 3 löffelförmigen Androconien zwischen den Normalschuppen und der etwas welligen Flügelhaut; Vergr. 400 (Imm,).

„ 78. Längsschnitt des Vorderflügels von Lyc. icarus Rott.; zeigt die Längsschnitte von 2 löffelförmigen Androconien zwischen den Normalschuppen, über der Flügelhaut; Vergr. 400 (Imm.).

„ 79. Anordnung der viereckigen Androconien von Catochrysops strabo Fabr.; Vergr. 42.

„ 80. Anordnung der zweizackigen Androconien von Zizera lysizone Snell.; Vergr. 170.

„ 81. Schaufelandroconien von Thysonotis danis Cr.; Vergr. 170.

„ 82. Fächerandroconium von Nacaduba nora Felder; Vergr. 250 (Imm.).

„ 83. Zungenandroconien von Polyommatus boetica L.; Vergr. 250 (Imm.).

„ 84. Zungenandroconien von Nacaduba dana Nic.; Vergr. 340 (Imm.).

„ 85. Ovalandroconium von Lyc. haberhaueri Std.; zeigt in selten schöner Entwicklung die „Netze“; Vergr. 400 (Imm.

„ 86. Androconien von Tarucus telicanus Lang; Vergr. 220.

„ 87. Androconien mit geschlängelten Rippen von Niplanda fusca Brem.; Vergr. 220.

„ 88. Androconien von Uranothauma juba Fabr.; Vergr. 340 (Imm.).

„ 89. Androconien („gelbe Schuppen“) von Lyc. anteros Freyer; Vergr. 400 (Imm.).

Die Goldpyritgänge von Brusson in Piemont.

(Mit 6 farbigen Tafeln und 6 Textfiguren.)

Von

Th. Reinhold.

I. Einleitung.

In den Gneisen am Südabhange der zentralen Alpen, in Piemont und in der Schweiz, finden wir in einer über 150 km langen, von SW. nach NO. sich erstreckenden Zone pyritische Gold-Quarzgänge. Bemerkenswert ist es, dass diese Gänge in tektonisch ungestörter Lage die Gneise durchsetzen und auch gelegentlich in die konkordant darüber lagernden mesozoischen Kalke und Schiefer eindringen. Es sind diese Erzgänge nach der alpinen Gebirgsbildung entstanden und somit jungtertiären Alters. Die wesentlichen Punkte sind folgende:

a) In der Schweiz:

1. *Tessin. Alpe Formazzola* im Calneggiatal bei Bavona.
2. *Gondo* am Simplon. (Gänge Camozetta, Maffiola etc. im Zwischenbergental.)

b) In Italien (vgl. Rivista del Servizio Mineraio):

3. *Antigoriotal. Crodo.* Mine Alfenza westlich und Mine Groppo östlich des Tocetales.
4. *Val Antrona.* Comuni di Schieranco e Antronapiana: Minen Mottone e Mee und Prabonardo e Losasca auf der Südseite, Minen Asino und Cama auf der Nordseite des Tales.
5. *Valle Grande (Tocetal)* bei Pié di Mulera: a) Com. di Vogogna: Minen: Valle al Riale Genestredo und Fontana del Ronco. — b) Com. di Ruminanca: Mine Tagliata. — c) Com. di Fomarco: Mine Cropino.
6. *Val Anzasca.* a) Com. di Calasca: Minen Scalaccia e Casette, Valbianca Agarè und Valbianca sopra Lasino. — b) Com. San. Carlo d'Ossola: Mine Cani. — c) Com. di Ceppomorelli e

Macugnaga: Minen: Morghen, Trappola, Crotto dei Meiri e Caccia, Sassa Nero, Kint, Pozzone e Speranza, Peschiera, Acquavite und Scarpia.

7. *Val Sesia.* Com. di Alagna e Gressoney la Trinité: Minen: Mud, Creas, Pisse und Castellet.
8. *Val d'Evançon.* Com. di Brusson: Mine Fenillaz. — Com. di Arbaz: Mine Bechaz.

Bergbau auf Gold ist in den letzten Jahren in folgenden Minen getrieben worden:

Gondo: 1894—1896 (Gesamtproduktion 6000 ts Erz à 5,7 gr Au p. t.).

Val Antrona: Mottone e Mee: 1900—1904 und 1912—1915.

Val Grande bei Pié di Mulera. 1. Tagliata: 1907. 2. Cropino: 1905—1907.

Val Anzasca. 1. Scalaccia e Casette: 1905. 2. Valbianca Agarè und Valbianca sopra Lasino: 1907—1911. 3. Cani: 1907—1911. 4. Morghen: 1907—1914 (Bau eines „Ribasso" von 1806 m Länge, bezweckend den Aufschluss der Gänge von sechs Konzessionen der Gruppe Pestarena-Macugnaga).

Val Sesia. 1. Mud: 1903—1907. 2. Creas: 1903—1909. 3. Pisse: 1904 und 1907.

Val d'Evançon. 1. Fenillaz: 1904—1909 (Gesamtproduktion: 41 500 ts Erz mit 17 gr Au p. t.). 2. Bechaz: 1902—1904 (Gesamtproduktion: 2000 ts Erz mit 5 gr Au p. t.).

In der vorliegenden Arbeit soll das westlichste der genannten Vorkommen, dasjenige von Brusson beschrieben werden. Brusson liegt im Val de Challant oder Val d'Evançon, einem Seitental des Val d'Aosta. Der Evançon entspringt den Gletschern des westlichen Abhanges des Monte Rosa und mündet bei Verres in die Dora Baltea. Unterhalb Brusson durchschneidet der Evançon die Gneiskuppel von Arcesa, wodurch dieselbe in zwei ungleiche Teile zerteilt wird. Beiderseits wird der Gneis von vielen Goldquarz-Gängen durchsetzt. In der grösseren westlichen Hälfte sind durch Häufung der Gänge zwei Ganggebiete zu unterscheiden: im Süden das Bechaz-Bochaille-Ganggebiet, im Norden das Testa di Comagna-Ganggebiet. In der kleineren östlichen Hälfte finden sich die Fenillaz-Gae Bianche-Gänge.

Es sind hier zwei Bergbau-Konzessionen ausgegeben worden, nämlich erstens die Konzession Fenillaz mit den Fenillaz-Gae Bianche-Gängen und den Gängen der Testa di Comagna im Nordosten und zweitens im Südwesten daran anschliessend, die Konzession Arbaz mit dem Bechaz-Bochaille-Ganggebiete.

Die Anregung zu meiner Untersuchung ging von Professor C. Schmidt aus. Während der Bergbauperiode in der Zeit von 1898 bis 1910 hat Prof. Schmidt das Gebiet zu wiederholten Malen besucht. Einige Daten sind in mehreren Gutachten und in einer Mitteilung von Dr. W. Hotz (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1910, vgl. Lit. 21) bereits veröffentlicht worden. Eine vollständige Darstellung des Ganggebietes und des jüngsten Bergbaues fehlte aber bis jetzt. Prof. Schmidt stellte mir die Resultate aller vorliegenden Untersuchungen zur Verfügung, ferner das der „Evançon Gold Mining Cy.“ gehörende Material an Plänen und Analysenbüchern. Durch seine Vermittelung erhielt ich von der Direktion der genannten Gesellschaft die Erlaubnis zum Besuch des Grubenfeldes. Im Sommer und Herbst 1913 und im Frühjahr 1914 führte ich die Untersuchungen im Felde aus. Herrn Prof. Schmidt und Herrn Prof. Preiswerk spreche ich hiemit meinen ergebensten Dank für die mir gewährte Unterstützung aus.

II. Das Ganggebiet von Brusson.

Die in der Dufourspitze und im Lyskamm kulminierenden Gneise der *Monte Rosa-Masse* tauchen gegen Südwesten rasch unter jene Grünschiefer und Kalkschiefer, welche in einer Breite von ca. 20 km auf 45 km Länge, die Zone der „Pietre verdi“ des Val d'Aosta bilden. An der Südwestgrenze dieser Zone tauchen unter den „pietre verdi e calcescisti“ wiederum die Gneise des Gran Paradiso empor. Diese Grünschieferzone des Val d'Aosta stellt eine quer zum alpinen Gebirgsstreichen verlaufende Senkungszone dar, in deren Untergrund von Nordosten gegen Südwesten die Gneise des Monte Rosa sich mit denjenigen des *Gran Paradiso* verbinden. In der kleinen *Gneiskuppel von Arcesa,* die ungefähr in der Mitte zwischen Monte Rosa und Gran Paradiso am südlichen Rande der Schieferzone liegt, haben wir ein aufgewölbtes Stück dieses Untergrundes vor uns (Lit. 30).

Der von Kalken und Schiefern überlagerte Gneis des Aufbruches von Arcesa zeigt den Bau einer von Südost nach Nordwest gestreckten Kuppel, er tritt in SE-NW-Richtung auf 3 km Länge und senkrecht dazu auf $1^1/_2$ km Breite in elliptischer Umgrenzung zutage.

Die Gesteine unseres Untersuchungsgebietes, die von den alpinen Lagerungsstörungen ergriffen worden sind, sind demnach folgende:

1. *Gneisformation:* Granitischer, zweiglimmeriger Gneis und Augengneis im Liegenden, dünnschieferige Biotit- und Hornblendegneise im Hangenden.

2. *Formation der Pietre verdi,* beginnend mit grobkristallinen Kalken (Trias), die überlagert werden von Serpentinschiefern, Amphiboliten, Epidotchloritschiefern und Kalkschiefern (Jura).

Im weiteren ist aber nun noch ein „Ganggestein“ zu erwähnen, welches ebenso wie die Erzgänge jünger als die alpine Faltung ist. Es ist:

3. *Die Minette von Gran Guillate.*

A. Petrographische Beschreibung.

1. Die Gneisformation.

Die Gneise bilden in einer unbekannten Mächtigkeit die Basis des ganzen Systems. Sie sind auf der Westseite des Evançon-Tales von Bechaz bis zum Col di Joux auf 3 km Länge anstehend und bilden hier schroffe Felswände, die eine Höhe von bis 700 m über der Talsohle erreichen. Auf der Ostseite des Tales dagegen steht der Gneis nur zwischen Ponteilla und Arcesa auf $1^1/_2$ km Länge an. Dieser Gneiskomplex besteht in seinen tiefstaufgeschlossenen Teilen aus einem grobkörnigen granitartigen Gneis. Nach oben hin zeigt derselbe allmähliche Übergänge in einen Flaser- oder Augengneis, der seinerseits wieder von einem mehr oder weniger mächtigen Komplex grobkörniger, deutlich geschichteter Gneise überlagert wird. Bei Bechaz erlangen diese feinkörnigen Gneise oder Glimmerschiefer eine Mächtigkeit von bis zu 200 m. Weiter gegen Norden werden sie weniger mächtig, in der Gegend des Col di Joux schwankt ihre Mächtigkeit zwischen 20 und 100 m.

a) *Der granitische Gneis* ist ein fast massiges Gestein von grauer Farbe. Bei der makroskopischen Betrachtung fallen in erster Linie grosse, farblose, regellos zerstreute *Orthoklas*-Individuen auf, welche meist deutliche Zwillingsbildung zeigen und dem Gestein ein porphyrartiges Aussehen geben. Die übrige normalkörnige Gesteinsmasse besteht aus grossen, fettglänzenden, rundlichen *Quarz*-Körnern, aus *Feldspat* und aus *Biotit* mit *Muskovit.*

Unter dem Mikroskop ergibt sich als wesentlicher Mineralbestand: *Quarz, Orthoklas, Mikroperthit, Biotit* und *Muskovit.* Der *Quarz* zeigt oft eine undulöse Auslöschung. Hie und da ist er zu einer feinkörnigen Masse, *„Sandquarz“*, zerdrückt. Der *Orthoklas* ist meist durch beginnende Zersetzung getrübt. Einzelne Partien der Individuen zeigen oft typische *Mikroklinstruktur.* Parallel den Spaltrissen, vorwiegend denjenigen nach der Basis, finden sich in zersetzten Individuen schmale Leisten eines Feldspates von höherer Lichtbrechung eingelagert, der wahrscheinlich sekundärer *Albit* ist. Diese *mikropertitische* Bildung könnte man als durch Kataklase verursacht deuten. *Granophyrische* Verwachsungen von Feldspat und Quarz sind gelegentlich zu beobachten. *Biotit* tritt in vereinzelten

Blättchen und Büschelchen auf. Er ist oft wie zerfressen und von *Muskovit* und *Erz* durchwachsen. Seine Farbe ist braun. Da die Blättchen oft ziemlich regelmässig in Lagen angeordnet sind, wird das Gestein hiedurch etwas schieferig. Als akzessorische Gemengteile findet sich etwas *Apatit,* in prismatischen Säulchen oder als grössere Körner. *Magnetit* ist spärlich und bildet kleine Körner, ebenso der *Granat* und der *Turmalin,* dessen Individuen hie und da Schalenbau aufweisen. *Titanit, Rutil* und *Pyrit* sind ebenfalls selten. Die Struktur ist hypidiomorph körnig.

b) *Die Augengneise* haben im Wesentlichen denselben Mineralbestand wie die granitischen Gneise; die Unterschiede sind hauptsächlich quantitativ und strukturell. Der *Quarz* bildet fast immer Lagen und Linsen von kleinen, undulös auslöschenden, eckigen Körnern und zeigt so eine typische *Mörtelstruktur (Zuckerquarz).* Wo der Quarz nicht ganz zermalmt ist, sind die Körner zackig verwachsen. Grosse, gut ausgebildete *Orthoklase* fehlen. Die „Augen" bestehen aus einem Aggregat von *Orthoklas- und Plagioklas*-Individuen. Der Plagioklas wurde als ein *saurer Oligoklas* bestimmt. Hie und da tritt in der Grundmasse neben Orthoklas *Albit* auf. *Mikroperthit* ist selten. Orthoklas und Oligoklas sind meist stark zersetzt. Die Umwandlungsprodukte der Feldspate sind im Gestein verbreitet, indem *Zoisit* zusammen mit *Klinozoisit* und *Klinochlor* granoblastische Aggregate bildet. *Sericitmassen* finden sich hauptsächlich in der Nähe der Orthoklas-Relikte. Unter den femischen Bestandteilen tritt der *Biotit* zurück. *Muskovit* findet sich in sehr wechselnden Mengen. *Gemeine Hornblende* tritt vorwiegend in den gut geschieferten Gneisen auf, und kommt fast immer als Fetzen und zerquetschte Stengel vor. *Chlorit* bildet vereinzelte büschelige Aggregate. Von den akzessorischen Gemengteilen sind *Apatit* und *Granat* häufig, *Magnetit, Rutil, Zirkon* und *Titanit* selten. *Turmalin* findet sich stellenweise reichlich.

c) *Die dünnschieferigen Gneise.*

Unter den dünnschieferigen Gneisen treffen wir einerseits homogene dunkelgefärbte Schiefer, andrerseits Gesteine, die aus hellen und dunkleren Lagen bestehen. Der Mineralbestand ist bei beiden Varietäten derselbe. Da überall *Hornblende* sich als der hauptsächlichste femische Gemengteil erweist, sind diese Gneise als *Hornblende-Gneise* zu benennen. Der *Quarz* in denselben ist typischer *Zuckerquarz. Orthoklas* fehlt ganz. Die *Plagioklase* gehören der *Albit-Oligoklas-Reihe* an. Sie bilden immer xenomorphe rundliche Körner. Zwillinge nach dem Albitgesetz sind nicht häufig. Im Plagioklas sind oft Körner von *Epidot* und *Zoisit* eingewachsen. *Biotit* tritt selten auf. *Muskovit* findet sich hie und da auf den Schichtflächen. Die Hornblende ist *gemeine Hornblende.* Sie bildet unregelmässige, lagenweise angeordnete stengelige Individuen ohne deutliche kristallographische Umgrenzung. Sie zeigt oft Umwandlung in *Chlorit,* der dann um die Hornblenderelikte herum unregelmässige Aggregate bildet. Kleine rundliche *Granatkörner* sind häufig, und zwar ist es oft eine hellgrüne Varietät von nicht sehr hoher Lichtbrechung, wahrscheinlich *Grossular. Magnetit* ist selten, ebenso *Rutil, Titanit* und *Zirkon,* kleine gut ausgebildete Kristalle bildend.

2. Die Formation der „Pietre verdi“.

a) Kalke (Triasmarmor).

Über dem Gneis finden sich im ganzen Gebiete *Kalke,* die marmorisiert sind. Nach Analogie mit benachbarten Gebieten dürften sie triadischen Alters sein (Lit. 2, 3, 5, 7, 22, 30, 33). Sie liegen dem Gneis konkordant auf. Ihre Verbreitung ist, wie überall in Piemont, durch meist verfallene Kalkofen indiziert. Auf der Westseite des Tales (vgl. Taf. III) bilden sie von Crête de Naye bei Toretta bis Col di Joux ein durchgehendes Band. Am Südende bei Toretta ist der Kalk nur 40 cm mächtig, oberhalb Bechaz schwillt er auf 40 m Mächtigkeit an, nimmt gegen Gomba Toppa hin wieder ab bis auf 1 m, ist aber am Col di Joux wieder ungefähr 50 m mächtig. — Auf der Ostseite des Tales ist, wie die Karte zeigt, die Lagerung der basalen Kalke nicht so regelmässig. Bei Fenillaz sind Gneise, Kalke und Grünschiefer in kompliziertester Weise mit einander verfaltet, jedoch findet sich immer auf der Grenze zwischen Gneis und Grünschiefer ein durchgehendes Kalkband. Selbstverständlich ist die Mächtigkeit des Kalkes in diesem gestörten Gebiete sehr wechselnd.

Die Marmore sind meist massig, von weisser bis hellgelber Farbe. Bei Aufnahme *toniger Substanz* werden sie graublau. Es ist zu betonen, dass die Marmore immer *Magnesium-frei* sind. Stellenweise findet sich die Andeutung einer Schichtung durch Abwechseln von hellen und dunklen Lagen. Die Struktur der Kalke ist grobkörnig. Der *Calcit* bildet ineinandergreifende Körner, die sehr häufig polysynthetische Zwillinge darstellen. Hie und da treten zwischen den Calcit-Individuen *Quarzkörner* auf. Meist sind die Kalke reich an *Glimmer (Phlogopit).* Selten finden sich *Zoisit, Pyrit und Magnetit.*

Die Marmore im Hangenden der Gneise beim Aufstieg zum Col di Joux, namentlich aber diejenigen bei Gae Bianche zeigen gleichzeitig mit Aufnahme von Erz eine intensive Verquarzung. Bei Gae Bianche ist der Marmor von feinen Adern milchweissen Quarzes durchtrümert und nesterartig kommt Pyrit und Kupferkies zur Ausscheidung. Der Marmor von Gae Bianche stellt eine feinkörnige, graugrüne Masse dar, die im wesentlichen aus Quarz und Calcit besteht und lagen- bis nesterweise derben Magnetit enthält. Der die körnigen Calcitaggregate durchsetzende Quarz ist feinkörnig und oft zu langen Fasern gruppiert.

b) Grünschiefer und Kalkphyllite.

Der Triasmarmor wird überlagert von einem mächtigen System mannigfaltiger „Grünschiefer“ mit Kalkphylliten, welch letztere in unserem Gebiet zwar zurücktreten. Die nach petrographischer Zusammensetzung sowohl als nach Verbreitung und Aufeinanderlagerung zu trennenden Gesteinsgruppen sind folgende:

1. Serpentinschiefer.
2. Amphibolite.
3. Epidotchloritschiefer und Kalkphyllite.

1. *Serpentinschiefer.* Die Basis des Systems der eigentlichen Pietre verdi sind, meist direkt das Hangende der Kalke bildend, schiefrige Serpentingesteine. Wie die Karte (Taf. III) zeigt, finden die Serpentinschiefer auf der westlichen Talseite ihre grösste Verbreitung. Im Südwesten bei Quinçod bilden sie den ganzen Steilabsturz „la Ruine“ und lassen sich gegen Norden hin als ein breites, unterhalb der Testa di Comagna durchstreichendes Band verfolgen. Am Col di Joux sind sie zu einer dünnen Schicht ausgequetscht, welche unter die Amphibolite untertaucht. Auf der östlichen Talseite bilden sie den Hügel, worauf „Castello di Graine“ steht. Von dort aus ziehen sie sich gegen Norden hin in einem breiten Streifen, welcher gegen Osten von den Epidotchloritschiefern überlagert wird und im Westen mit Marmor und Gneis verfaltet ist. Die Profile 2, 3 und 4 auf Taf. IV zeigen dies deutlich.

Die petrographische Natur dieser blättrigen bis schiefrigen Serpentine ist recht einförmig. Sie bestehen im wesentlichen aus feinen *Antigoritblättchen,* die nur mikroskopisch zu erkennen sind. Spärlich finden sich zwischen den Antigoritschüppchen *Chloritaggregate. Magnetit,* der bisweilen etwas *Cr-haltig* ist, ist reichlich vorhanden und meist als Körner in der Schieferungsebene angeordnet. Bei Zickzacktextur des Gesteins häufen sich die Magnetitaggregate in den Sätteln der Fältelungen. *Rutil* ist selten und tritt nur in der Nähe des Chlorites auf.

Als Einlagerung in den Serpentinen ist das auf der Karte als *„Albit-Chlorit-Schiefer“* ausgeschiedene Gestein zu bezeichnen. Dasselbe tritt als langgestreckte Linse ganz vereinzelt am rechten Ufer des Torrente Pic am Hügel von Castello di Graine auf. Die petrographische Natur dieses Gesteines ist eingehend von H. Preiswerk beschrieben worden (Lit. 26).

2. *Die Amphibolite.* In normaler Lagerung finden wir die Amphibolite als Hangendes der Serpentinschiefer im Gebiet der Testa di Comagna und auf dem Plateau von Arbaz. Auf der östlichen Talseite im Gebiet von Fenillaz fehlen die Amphibolite über den Serpentinschiefern. Ganz im Südosten unseres Gebietes bei Tolegnaz erscheinen Amphibolite den Epidotchloritschiefern eingelagert.

Die Amphibolite sind vorwiegend massige Gesteine. Makroskopisch sind *Hornblende und Epidot-Zoisitaggregate* sichtbar, deren lagenweise Sonderung gelegentlich eine gewisse Parallelstruktur der Gesteine bedingt. Unter dem Mikroskop wurden noch *Plagioklasrelikte* erkannt. Die *Hornblende* zeigt die normale Auslöschung c : $\mathfrak{c} = 15^0$. Der Pleochroismus ist $\mathfrak{a}$ = blassgelbgrünlich, $\mathfrak{b}$ = grün, $\mathfrak{c}$ = blaugrün. Bemerkenswert ist die blaue Absorptionsfarbe für $\mathfrak{c}$. Wir haben es somit mit einer Übergangsform von gemeiner Hornblende zu Glaucophan zu tun. Ähnliche Hornblende fand auch Novarese in den „Pietre Verdi“ (Lit. 20, pag. 9). Die Hornblende tritt entweder als Einzelindividuen auf, oder sie gruppiert sich zu Garben oder bildet Aggregate wirrer Fetzen. Wo der spärlich vorhandene primäre Feldspat bestimmbar ist, konnte er als *Oligoklas-Andesin* erkannt werden. Meist ist aber der Feldspat in ein feines *Zoisit-Klinozoisit-Epidot-Gemenge,* welches die Plagioklas-Relikte umschliesst, umgewandelt. Oft sind aus diesem *Zoisit-Epidotgewebe* Neukristallisationen von grösseren, schaligen *Zoisit-Epidot*-Kristallen hervorgegangen. Neben dem primären Plagioklas finden sich selten kleine rundliche Körner eines wasserklaren sekundären Feldspates, welcher als *Albit* sich erweist und ein Analogon zum Albit der „Albit-Chlorit-Schiefer“ des Serpentins darstellt. *Chlorit* tritt selten in kleinen, buschigen Partien in der Nähe der Hornblende auf. Titanit und Rutil bilden meist vereinzelte Körner. Opake Erze und ebenso Hämatit sind selten. Calcit findet sich als xenomorphe Körner im Gestein zerstreut. Charakteristisch für das Gestein ist die absolute Abwesenheit von Quarz. Die Struktur ist körnig, granoblastisch.

Nach der Nomenklatur von Novarese (Lit. 20) ist dieses Gestein zu den „Anfiboliti Zoisitiche“ zu rechnen.

3. *Epidotchloritschiefer und Kalkphyllite.* Auf der Ostseite des Evançontales bilden Epidotchloritschiefer mit Kalkphylliten die Hauptmasse des Gebirges. Sie umfassen und überlagern von Quinçod bis über Brusson hinaus Amphibolite und Serpentinschiefer.

Der Kontakt von Serpentinschiefern und hangenden Epidotchloritschiefern ist im Fenillazgebiet zwischen Clappey Carele und la Croix aufgeschlossen. Dabei zeigt sich eine Discordanz in der Lagerung der beiden Gesteine. Über den regellos gefalteten und gestauten Serpentinschiefern liegen discordant die N-S streichenden, flach nach Osten einfallenden Schichten der Epidotchloritschiefer und Kalkphyllite (vgl. Taf. IV). Obwohl auf unserer Detailkarte Kalkphyllite einerseits, Epidotchloritschiefer andrerseits gesondert dargestellt wurden, zeigt sich doch, dass beide Gesteine durch mannigfache Übergänge mit einander verbunden und vielfach mit einander wechsellagernd, als mehr oder weniger einheitliche Bildung aufzufassen sind.

a) Unter den *Epidotchloritschiefern* finden wir diejenigen Typen, die Novarese (vgl. Lit. 22) als „Prasiniti epidotiche“ und „Prasiniti chloritiche (Ovarditi)“ bezeichnet hat. Der Mineralbestand dieser Schiefer ist: Quarz, Plagioklas, Epidot, Zoisit, Hornblende, Chlorit und Calcit.

Während die Amphibolite immer quarzfrei sind, sind die Epidotchloritschiefer durchweg *quarzhaltig,* und zwar finden wir dieses Mineral entweder in feiner Verteilung, das ganze Gestein imprägnierend, oder, mit Albit gemengt, als 0,5 cm grosse Knoten eingesprengt oder endlich als milchweisse, derbe Linsen die Schiefer durchsetzend. Der *Plagioklas* ist fast immer Albit, seltener Oligoklas-Andesin. Er bildet unregelmässige Körner und zeigt selten Zwillingsbildung. Er ist oft reichlich durchspickt mit Einschlüssen aller anderer Gesteinskomponenten, vor allem mit Epidot und Chlorit. Der Albit erscheint entweder als vereinzelte Körner, oder er setzt mit Quarzkörnern Lagen und Linsen zusammen. *Epidot* bildet meistens längliche oder gebuchtete, auch abgerundete Körner, er ist gänzlich xenoblastisch. Oft ist er von ebenfalls körnigem *Zoisit* begleitet. Die *Hornblende* ist teils strahlsteinartig stengelig oder sie bildet ausgezackte Körner. Sehr häufig ist sie in Chlorit und Epidot umgewandelt. *Chlorit* tritt in schuppigen Aggregaten auf, die in der Hauptsache in der Nähe der Hornblende sich anhäufen. Zu den genannten Gemengteilen tritt fast immer *Calcit* in wechselnden Mengen. Er erscheint als einzelne Körner und Aggregate eingesprengt oder als Füllmasse von Fugen und Spalten. Gelegentlich beteiligt er sich in einem solchen Masse am Aufbau des Gesteines, dass Übergänge zu den Kalkphylliten sich herausbilden. Als mikroskopische *Übergemengteile* der Schiefer sind neben opaken Erzen (Pyrit, Magnetit, Ilmenit) Rutil, Titanit und Apatit zu erwähnen. Die Schiefer enthalten gelegentlich Adern und Lagen von *Pyrit.* Bezeichnend für die Epidotchloritschiefer sind ferner Mineralausscheidungen. Häufig finden sich grobstrahlige, von Quarz durchsetzte Aktinolithknollen, ferner erscheinen Kluft- und Drusenbildungen, bestehend aus Braunspat, Chlorit und Hornblende.

β) Die *Kalkphyllite* in der gewöhnlichen Ausbildung der „Schistes lustrées“ erlangen in dem Gebiet unserer Karte nur untergeordnete Verbreitung. Westlich von Brusson bilden sie eine selbständige Masse; im Süden des Gebietes, westlich Quinçod, treten sie als Einlagerungen in den Epidotchloritschiefern auf. Die typischen, grauen, dünnschieferigen etwas glimmerigen Kalkphyllite enthalten spärlich Granat, Zoisit und Epidot. Neben den Kalkschiefern kommen auch graue, kristalline Kalke zur Entwickelung. Wo dieselben frei von Silicaten sind, sind sie gewissen der Trias zugezählten Marmoren ähnlich, meist aber werden diese Kalke reich an Glimmer, dem sich dann Granat, Albit, Epidot und Hornblende zugesellen. Es entstehen so *Granatglimmerschiefer*, die den Übergang zu den Epidotchloritschiefern vermitteln.

3. Die Minette von Gran Guillate.

Die mit 60° bis 45° gegen Ostsüdosten einfallenden Amphibolite werden, da wo sie den südwärts untertauchenden Gneis bei Toretta überlagern, durchsetzt von einem saiger stehenden Ost-West streichenden *Eruptivgang*, der auf 300 m Länge in einer Höhendifferenz von ca. 200 m aufgeschlossen ist. Der Gang ist 2—3 m mächtig. Das massige Gestein besteht im wesentlichen aus einem *braunen Glimmer*, zwischen welchem *weisse Feldspatsubstanz* sichtbar ist. In der Hauptmasse ist dasselbe grobkörnig, gegen die Salbänder wird das Korn nur wenig feiner.

Nach mikroskopischer Untersuchung besteht das Gestein aus *Einsprenglingen von Biotit*, zwischen welchen sich sehr verwitterter *Feldspat* und etwas *Quarz* befindet. Der *Biotit* bildet idiomorphe Täfelchen und Säulchen, die aber oft zu unregelmässigen Lappen korridiert sind. Er ist fast immer frisch, zeigt den gewöhnlichen Pleochroismus, hell- und dunkelbraun und ist beinahe einachsig. Der *Feldspat* ist sehr zersetzt, doch konnten einige Individuen als *Orthoklas* bestimmt werden. Neben dem Orthoklas tritt auch *Plagioklas* auf, der dann Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz zeigt und der sich in einigen Fällen als ein *basischer Plagioklas* bestimmen liess. Der *Quarz* bildet immer xenomorphe Körner und füllt meist die Lücken zwischen den anderen Komponenten aus. *Apatit* ist häufig und findet sich als kristallographisch gut ausgebildete Nadeln oder Stengelchen überall im Gestein zerstreut. *Calcit* ist als sekundäres Produkt überaus häufig und tritt durch die ganze Masse hin als feine Körnchen und Äderchen, sowie in grösseren Anhäufungen auf. Hauptsächlich in der Nähe der Biotite sind äusserst kleine, nur mit sehr starker Vergrösserung wahrnehmbare, sechsseitige, rote Hämatittäfelchen vereinzelt aufzufinden. Die Struktur ist holokristallin-porphyrisch. Das Gestein ist als eine *Minette* zu bezeichnen.

Am nördlichen Kontakt mit dem Amphibolit wird der Minettegang von einer 30 cm bis 1 m mächtigen Quarzinfiltration begleitet, welche mineralisiert ist und unter dem Namen „Gran Guillate-Gang" bei den Gängen beschrieben werden soll.

In dem Minettegang von Gran Guillate haben wir tatsächlich ein neues Vorkommen von eruptiven Intrusionen in den südlichen Alpen vor uns, die nachalpiner d. h. jungtertiären Alters sind. Ebenso wie bei Traversella (vgl. F. Müller, Die Erzlagerstätten von Traversella im Piemont, Italien, Ztschr. f. prakt. Geol. 1912) ist auch hier diese Eruptivgesteinsintrusion verbunden mit Erzbildung.

B. Die Tektonik.

Innerhalb unseres Untersuchungsgebietes sind als tektonische Elemente entwickelt einerseits die Glieder der Gneisformation mit den sie überlagernden „Pietre verdi" (Marmor, Grünschiefer und Kalkphyllite), andrerseits ein eruptives Ganggestein (Minette) und die Erzgänge. Wie bereits erwähnt wurde, ist der Gneis der Kuppel von Arcesa demjenigen der Massive des Monte Rosa im Nordwesten und demjenigen des Gran Paradiso im Südosten äquivalent. Mit den hangenden Pietre verdi beteiligt er sich am Aufbau der Decken der Penninischen Alpen. Wir können in unserem Gebiete die Art der Verfaltung von Gneis und Grünschiefern studieren, ferner erkennen wir im Mont Pillonet, 6 km nördlich von Brusson, ein den Grünschiefern aufliegendes Relikt einer überschobenen Masse altkristalliner Gesteine (Decke der Dent Blanche) und wenige Kilometer südwestlich von Arcesa sehen wir die Grünschiefer untertauchen unter die Sesiagneise (Lit. 6, 7). (Vgl. Fig. 1.)

Die Lokaltektonik wird durch die Profile auf Tafel IV erläutert. Profil 1 und 2 queren die Kuppel in ihrer Längsrichtung von NNW nach SSE, Profil 3, 4 und 5 verlaufen annähernd senkrecht dazu von W nach E. Der einfache Kuppelbau: Gneiskern mit konkordanter Schichthülle, wie er von C. Schmidt (Lit. 29) und E. Argand (Lit. 6) dargestellt wurde, kompliziert sich etwas, indem in der Schieferhülle an der Ostseite der Kuppel zwischen Epidotchloritschiefern und Serpentinschiefern Dislokationsdiscordanzen sich einstellen und indem, wie namentlich der Bergbau von Fenillaz es zeigte, die schiefrigen Gneise mit den Marmoren und Serpentinschiefern in sehr komplizierter Weise mannigfach verfaltet sind (vgl. Lit. Nr. 21). Karte und Profile, Taf. III und IV, stellen folgende Detailverhältnisse dar.

Die *östliche* Talseite ist schon von W. Hotz (vgl. Lit. Nr. 21) eingehend beschrieben worden. Hier streichen ob Arcesa die Gneise im allgemeinen N-S und fallen unter 40⁰ bis 50⁰ nach Osten ein, als Ganzes den Ostflügel eines Gewölbes mit SSE-NNW gerichteter Achse darstellend. Profil 2, Taf. IV zeigt, dass bei Brusson, wo das Grundgebirge nordwärts wieder unter die mesozoischen Gesteine taucht, die dünnschiefrigen Gneise mit den Kalken besonders stark verfaltet sind. Im Talgrunde beim Granbache treffen wir in den dünnschiefrigen Gneisen eine spitze Doppelmulde von Triaskalken mit Grünschiefern (vgl. Prof. 2). Auf dieser Triaszone folgen am Berghang gegen Osten wieder dünnschiefrige Gneise, in denen mehrfach Triaskalke auftreten, bis auf der Höhe des Bergrückens Kalk und Grünschiefer nordostwärts zur alleiniger Herrschaft gelangen.

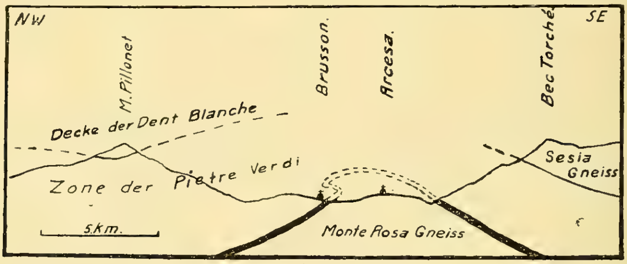


Fig. 1.

Wir unterscheiden somit über der Triasmulde beim Granbach eine untere Masse von schiefrigen Gneisen a, die auf die Länge von ca. 300 m am Bergabhang aufsteigt, darüber folgt Kalk, dann Gneis b, wieder Kalk, dann Gneis c, von neuem Kalk, dann Gneis d, und endlich Kalk mit Serpentinschiefer.

Die geologische Untersuchung über Tag lässt deutlich eine Umbiegung der oberen Gneismassen b, c und d nach der Tiefe zu über Kalk erkennen (vgl. Taf. IV, Prof. 2 und 3). Weitere Anhaltspunkte für die Deutung der Lagerungsverhältnisse von dünnschiefrigem Gneis und Trias geben uns die später zu besprechenden Aufschlüsse in den Stollen 1—7 des Fenillazganges (vgl. Taf. VIII). Dieser Gang durchschneidet in der Tat den oberen Teil der Glimmerschiefermassen a, die Glimmerschiefer b, c und d, sowie die dazwischen liegenden Kalke.

Wir betrachten die Glimmerschiefermassen b, c und d als von oben her in die Kalkformation eintauchende verkehrt gestellte Gewölbeteile, zwischen denen die Kalke als schmale, ebenfalls verkehrte Muldenteile aus der Tiefe nach oben zuspitzen. Die Kalkmulden treten nur dort zutage, wo die Talwand nischenförmig nach Osten zurückspringt. So z. B. wird die Kalkmulde zwischen Glimmerschiefer a und b über Tag bereits nördlich Stollen 4 von der nach Westen gerichteten Glimmerschieferumbiegung allseitig umhüllt; sie tritt erst in der zwischen Speranza Stollen 1 und 2 zurücktretenden Felswand als schmales Band auf kurze Strecke wieder hervor (vgl. Taf. VII und IV, Prof. 2 und 3). Dasselbe Hervorstechen ist unter ähnlichen Bedingungen weiter südlich bis zum Gae-Bianchestollen noch zweimal zu beobachten. Am letzteren Ort beissen sogar noch die Grünschiefer als Kern der Kalkmulde zwischen Glimmerschiefer aus (vgl. Taf. IV, Prof. 4 und 6). Im weiteren Verlauf nach Süden ist diese nach oben zu ausstechende, in sich selbst wieder gefaltete mesozoische Mulde ziemlich tief anerodiert, sie erscheint deshalb nördlich bei Arcesa, bevor sie von der Schuttausfüllung des Evançontales überlagert wird, stark verbreitet und zeigt einen gefalteten Kern von Serpentinschiefern (vgl. Taf. III). Wie die Gneislappen sich weiter verfolgen lassen respektive sich modifizieren, ist aus den Profilen 2—4 auf Taf. IV ersichtlich. Es sei hier noch besonders erwähnt, dass an einer Stelle sogar die Augengneise in diese Faltung mit einbezogen worden sind.

Auf der *Westseite* des Tales, also im Westflügel der Kuppel, finden wir bei Toretta und längs des Westabhanges der Testa di Comagna normale Auflagerung des Mesozoicums auf dem Grundgebirge. Wo aber in der Nordwestecke der Kuppel, westlich Brusson, am Col di Joux, das Grundgebirge untertaucht, stellen sich wieder Komplikationen ein (vgl. Prof. 1, Taf. IV). Die Grenztrias fällt hier mit 33° gegen Südosten unter die Gneise, biegt aber bald, muldenförmig von Serpentinschiefern und Amphiboliten überlagert, wieder zurück, mit ca. 30° gegen Nordwesten zur Tiefe sinkend. Wir haben also auch hier eine lokale gegen Nordwesten gerichtete Überkippung des Gneises vor uns.

Zusammenfassend ergibt sich, dass zwischen Arcesa und Brusson die Formation der „Pietre verdi“ und der konkordant darunter liegende archäische Gneis eine kuppelförmige, von Süd nach Nord gestreckte Aufwölbung bilden, welche der tiefliegenden Vereinigung von Monte Rosa- und Gran Paradiso-Gneisen entspricht. Nach der Italienischen Karte 1 : 400 000 (Lit. Nr. 8) wird die Gneiskuppel mit ihrem Hangenden gegen Norden durch eine westnordwest verlaufende Verwerfung abgeschnitten. In ihrem östlichen Teil verläuft diese Verwerfung zwischen Grünschiefer und Sesiagneis, in ihrem westlichen Teil in Grünschiefern. Das Hangende der Gneise dieser Kuppel, die „Pietre verdi", sind stark gefaltet; innerhalb derselben finden sich Dislokationsdiscordanzen, so sind am Ostschenkel der Kuppel Epidotchloritschiefer und Kalkphyllite von Südost nach Nordwest über stark gefaltete Serpentinschiefer überschoben. Während im westlichen und südwestlichen Teile der Kuppel die westwärts zur Tiefe sinkenden Gneise normal von Kalk- und Grünschiefern überlagert werden, stellen sich am Nordwest- und Nordostende der Kuppel bedeutende Lagerungsstörungen im Verband von Gneis mit Mesozoicum ein. Die obern Horizonte der Gneisformation sind hier mit den tiefsten Gliedern der „Pietre verdi" lokal verfaltet, wir beobachten Einkeilungen von Kalk und Schiefer als liegende, spitze Mulden im Gneis. Bei noch komplizierter Verfaltung liegt Gneis auf Kalk und Serpentin, und wir erhalten ein System von verkehrt gestellten Mulden und Sätteln, indem der jüngere Kalk mit Serpentin von unten her zwischen muldenartig gelagerten Gneislappen hindurchstösst. Diese Auflagerung von Gneis auf Kalk und Schiefer, sowie das fensterartige Durchstossen von Kalk und Schiefer durch Gneis, wie wir in Fenillaz sehen, sind nur lokale Stauungserscheinungen zwischen Arcesagneis und den ihn überlagernden Schiefern. Wir erinnern daran, dass nach den heutigen Anschauungen die mesozoischen Schiefer, welche die Arcesagneise überlagern, überschoben worden sind von der Schubmasse der Dent Blanche, die über Arcesa vollständig erodiert ist. Die Gneismasse von Arcesa bildete im Untergrund der Dent Blanchedecke eine Aufwölbung, an welcher die überlagernden Schiefer gestaut wurden, als in gewaltiger Masse über ihnen die Dent Blanchemasse nordwärts sich bewegte.

III. Beschreibung der Erzgänge und der Grubenbaue.

Die Erzlagerstätten der Region von Brusson-Arcesa-Quinçod (Challant Saint Anselme) sind ausschliesslich Gänge. Nach geologischem Auftreten und zum Teil auch nach Mineralführung unterscheiden wir zwei Gruppen von ungleich grosser Bedeutung.

I. Gänge im Gneis. *Goldführende Quarzpyritgänge durchsetzen den grobbankigen Gneis;* sie sind in ihrer Richtung unabhängig von der Bankung desselben, aber gebunden an konstant durchsetzende Kluftsysteme. Die Gänge dringen auch gelegentlich in den hangenden Triaskalk und die Kalkschiefer ein. Neben Pyrit erscheint ganz selten Magnetkies. Bleiglanz, Fahlerz und Kupferkies sind ebenfalls vereinzelt. Die Quarzgangmasse ist an einigen Punkten von grobspätigen Carbonaten durchsetzt. Der Goldgehalt ist im wesentlichen bedingt: 1. Durch Einsprengungen von Freigold, 2. durch Ausscheidung limonitischer Zersetzungsprodukte mit Freigold, 3. durch die Imprägnation des Pyrites. Durch Häufung der Gänge an bestimmten Stellen erhalten wir im wesentlichen folgende drei Gangregionen (vgl. Taf. III):

a) Mont Salé, Bechaz, Bochaille.
b) Testa di Comagna.
c) Fenillaz und Gae Bianche.

II. Gänge in Amphiboliten. *Quarzgänge mit Pyrit, Bleiglanz, Kupferkies etc. sind an die Amphibolite gebunden, welche mit Serpentinen und Kalkschiefern* den Gneis überlagern. Die Richtung dieser Gänge ist nicht so regelmässig wie die der Gänge, die den Gneis durchsetzen. Sie verläuft im allgemeinen SW-NE, also parallel derjenigen der Gänge im Gneis. Die Gangart ist Quarz. Die Erzführung besteht aus Pyrit mit sehr wechselnden Mengen von Kupferkies und Fahlerz. Bleiglanz ist selten. Der Goldgehalt dieser Gänge ist fast immer ein niedriger, ausschliesslich durch Imprägnation des Pyrites bedingt. Es sind folgende Gänge in Betracht zu ziehen:

a) Gran Guillate.
b) Boretta-Trivera-Bochey-Cogne.

A. Gänge im Gneis.

a) Das Ganggebiet Mont Salé, Bechaz, Bochaille.

1. Mont Salé, Bechaz (vgl. Taf. III, IV, V, VI).

In dieser Region fällt der Gneis mit 30—50° gegen Süden und Südwesten. Er wird von einem System von Klüften durchzogen, welche allgemein WSW-ENE streichen und 70° gegen NNW fallen, somit als Zerreisungsklüfte senkrecht zur Ebene der Bankung stehen. Die Gänge sind fast ausnahmslos an diese Klüftung gebunden. Die Mächtigkeit der Gänge wechselt von 10 cm bis höchstens 1 m. Sie sind immer scharf gegen das Nebengestein abgetrennt. Das Nebengestein ist selten von der primären Mineralführung des Ganges imprägniert. Sehr selten finden sich vereinzelte Stücke vom Nebengestein im Gang eingeschlossen. Die Parallelstruktur dieser in der quarzigen Gangmasse eingebetteten Stücke verläuft genau wie diejenige des Nebengesteins und ihre ebenflächige Begrenzung verläuft parallel den Salbändern. Diese Einschlüsse sind ebenso wie das Nebengestein nicht oder nur wenig mit Pyrit imprägniert (vgl. Fig. 2).

Die Gangmasse ist immer Quarz. Der Quarz ist derb bis körnig oder bei poröser Struktur der Gangmasse besteht er aus verwirrt verwachsenen Quarzitindividuen. Als Erz tritt hauptsächlich Pyrit auf, der meistens derb ist, aber auch in Form von Würfeln vorkommt. Der Pyrit ist nesterweise im Gangquarz verteilt, häuft sich aber gern gegen die Salbänder hin an. Magnetkies ist selten und bildet unregelmässige Massen. Einsprengungen von körnigem Bleiglanz oder Fahlerz sind ebenfalls ganz selten zu beobachten.

In der Region der Ausbisse ist durchweg ein „Eiserner Hut“ entwickelt und die bezeichnenden Zersetzungserscheinungen sind in erster Linie die teilweise Auflösung des Pyrites. Wir beobachten sehr häufig sogenannte Hohlpseudomorphosen, deren Wandungen oft noch die charakteristische Streifung der Würfelfläche des Pyrites im Abdruck erkennen lassen, meistens mit Brauneisen besetzt sind und nicht selten auch Flitter von Gold führen.

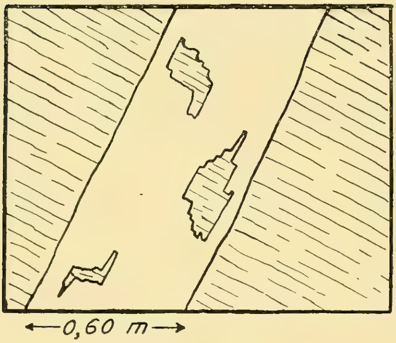


Fig. 2.

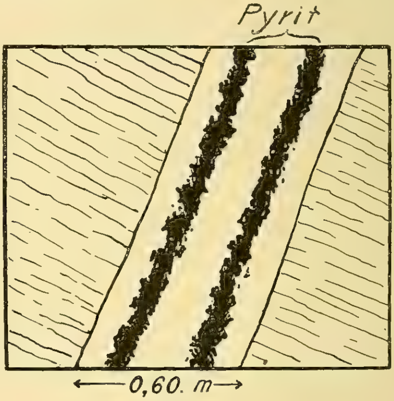


Fig. 3.

Die ganze drusige Gangmasse ist von Limonit durchsetzt, der sich besonders an den Salbändern konzentriert hat und auch das Nebengestein imprägniert. Neben Brauneisen beobachtet man gelegentlich auch Hämatit. Das Auftreten von Freigold ist an diese limonitischen Partien gebunden. Im Ganggebiete von Bechaz ist das Auftreten von sogenannten „paillettes“ fast allgemein verbreitet, kann aber doch nicht wohl als häufige Erscheinung bezeichnet werden. Die Goldführung dieser Gänge, sowohl am Ausgehenden, als auch in den bis jetzt erreichten Tiefen, ist im wesentlichen auf den ursprünglichen Goldgehalt des Pyrites zurückzuführen.

Im Bechaz-Mont Salégebiet sind in der Hauptsache 10 Gänge zu unterscheiden. Wie Taf. V zeigt, sind sie in der Regel auf eine Länge von 100 bis 200 m aufgeschlossen. Gang Nr. 6 lässt sich über 400 m an der Oberfläche verfolgen. Die Gänge sind in ihrer Ausbildung einander sehr ähnlich. Gang Nr. 3 führt am meisten Pyrit, welcher zu zwei parallelen Reihen angeordnet und stellenweise ganz aufgelöst ist (vgl. Fig. 3). Gang Nr. 9 enthält im Quarz viel Calcit eingesprengt.

Im besprochenen Gebiete sind die ältesten Spuren von Bergbau vorzufinden; auf mehreren Gängen, aber hauptsächlich auf Gang Nr. 3 sind ziemlich ausgedehnte Tagebaue ausgeführt worden. Die jetzt noch deutlich sichtbaren Spuren von Exploitation mittelst Feuer, deuten darauf hin, dass diese Versuche aus römischen oder sogar prärömischen Zeiten herstammen. Bei Erschliessung des Gebietes seit 1898 hat man sowohl das Ausgehende der Gänge angeschürft, als auch angefangen, diese Gänge unterirdisch zu erschliessen. Es sind in der Hauptsache drei Stollen senkrecht zur Streichrichtung der Gänge angesetzt worden (vgl. Taf. V, Hauptstollen, A.-Stollen und B.-Stollen). Von diesen Stollen aus wurden im Streichen der Gänge Querschläge getrieben (vgl. Taf. VI, Fig. 1).

Die Goldführung in den angefahrenen Teufen der Gänge erwies sich, wie die kontinuierlich ausgeführten Analysen zeigen, im allgemeinen als eine konstante, wobei immerhin Schwankungen innerhalb den Grenzen: 10 gr und 500 gr pro Tonne vorkommen, sodass der mittlere Goldgehalt der ganzen Gangmasse auf ca. 15 gr Gold pro Tonne geschätzt werden kann (vgl. Taf. VI). Leider ist nur relativ wenig Erz abgebaut worden (vgl. Taf. VI) und zwar hauptsächlich auf Gang Nr. 3, 5 und 6. Manche Schürfstollen sind auf Gängen angesetzt worden, ohne dass je nennenswerte Mengen Erz gefördert worden sind.

Die Gesellschaft „La Société des Mines d'Or d'Evançon" verarbeitete alles Erz in einer sogenannten Piemontesischen Mühle von sehr grosser Dimension, in welcher das Gold mittelst Amalgamation extrahiert wurde. Allein dieses Verfahren erwies sich wenig nutzbringend. Die englische Gesellschaft hat dann Aufbereitungsanlagen für das sogenannte Cyanidverfahren installiert. Der Jahresbericht von 1904 gibt über die Resultate dieses Betriebes folgende Daten:

Gefördertes Erz	1498	t.
„ Nebengestein . . .	1871	t.
Analysenresultat: Gold p. t. Erz .	6,48	gr
Gold-Ausbringen p. t. Erz . . .	4,62	gr (71,75 %)
Totale Jahresproduktion pro 1904 .	6,912	kg Au.

Nach C. Schmidt (Lit. 31) wurden von April 1902 bis Juni 1904 in der Bechaz-Mine 1835 t. Erz, das im Mittel 5 gr Au p. t. ergab, gewonnen.

2. Bochaille (vgl. Taf. V und VI, Fig. 4).

Unmittelbar südlich der vielen Gänge vom Bechaz-Mont Salégebiet ist auf eine Länge von rund 500 m der Bochaillegang an der Oberfläche aufgeschlossen. Sein sichtbarer Anfang liegt in einer Höhe von 1205 m über Meer, er entzieht sich der Beobachtung infolge Schuttbedeckung in der Höhe von 1420 m. Übereinstimmend mit den oben beschriebenen Bechazgängen ist die Streichrichtung des Bochailleganges WNW, sein Fallen 70—80° N. Der obere Teil des Ganges ist auf Taf. VI, Fig. 4 dargestellt. Es zeigt sich hier, dass der Gang verschiedene Abzweigungen aussendet, welche aber bald auskeilen. Die Mächtigkeit des Ganges, schwankend zwischen 75 cm und 125 cm, ist gegenüber den Bechazgängen eine verhältnismässig grosse. Das Ausgehende des Ganges besteht aus massigem Quarz, in welchem stellenweise derbe Magneteisen- und Pyritmassen eingesprengt sind. Nach den Angaben der Analysenbücher schwankt der Goldgehalt der allerdings nicht sehr zahlreichen, im Ausbiss genommenen Proben, zwischen 2 und 10 gr pro Tonne.

Der Bochaillegang ist durch den grössten, über 500 m langen Stollen des Gebietes erschlossen worden. Während beispielsweise die Stollen am Mont Salé nirgends tiefer als 75 m unter Tag liegen, liegt der Vorort des Bochaillestollens 300 m unter Tag. Der Stollen geht in 1158 m Höhe, also nur wenig höher als die Talsohle in den Berg hinein und verläuft zunächst, bis zum Zusammentreffen mit dem Gang, auf eine Länge von 85 m querschlägig zum Gang (vgl. Taf. V und VI, Fig. 4). Hierauf folgt er dem Streichen des Ganges bergwärts auf eine Länge von 460 m. Die Mächtigkeit des Ganges bleibt im Stollen annähernd dieselbe wie über Tag. Sie schwankt zwischen 75 und 125 m; hingegen hat das Gestein des Ganges im tiefen Aufschluss des Stollens ein anderes Aussehen. Es besteht hier aus massigem, weissem Quarz, dem grosse linsenförmige Partien von grobkristallinem mit nur wenig Quarz verunreinigtem Calcit eingelagert sind. Pyrit ist sehr spärlich vertreten und unregelmässig in der Masse verteilt.

Im Tiefstollen ist der Goldgehalt des Ganges geringer als am Ausbiss. Er wechselt in den sehr zahlreichen beinahe durchweg von Meter zu Meter entnommenen Proben zwischen 1 und 4 Gramm pro Tonne. Der mittlere Goldgehalt beträgt 1,5 gr pro Tonne. Zwischen der Verteilung des Goldgehaltes im Ausbiss des Ganges und derjenigen des Stollens scheinen gewisse Beziehungen zu bestehen. Die Verhältnisse sind auf Taf. VI, Fig. 4 zu ersehen. Die Stelle des Ausbisses, welche die grösste Goldanreicherung aufweist, kommt über eine entsprechende goldreiche Gangstrecke des Stollens zu liegen, wodurch das Einsetzen sogenannter „Edler Säulen" im Gange angezeigt ist.

b) Das Ganggebiet am Testa di Comagna (vgl. Taf. III und VI, Fig. 2).

Im Gebiete der Testa di Comagna liegt der Gneis fast horizontal. In den oberen Horizonten ist er dünnschieferig und biotitreich, in tieferen Lagen dickbankig, augengneisartig. Die hangenden Triaskalke erscheinen in einer Mächtigkeit von nur 0,50—1 m. Darüber lagern Grünschiefer, welche den Gipfel der Testa di Comagna bilden. Die Zahl der Gänge im Gneis der Testa di Comagna ist eine sehr grosse. Das allgemeine Streichen der Gänge ist NE-SW bis NNE-SSW, die Fallrichtung 50—80° nach NW. Eine Abweichung von dieser allgemeinen Streichrichtung zeigen einige wenige Gänge, die unter sich parallel verlaufend, ostwestliche Richtung zeigen und sehr steil nach Norden fallen. Die meisten Gänge lassen sich bis in die Kalk-Grünschieferzone verfolgen, in welcher sie sich meist in Trümer auflösen.

Die Mächtigkeit der Gänge wechselt von 10 cm bis 4 m. Die Gangmasse setzt sich zusammen aus Quarz, der meist kompakt und massig ist, stellenweise aber fein- bis grobkörnige, kristalline Struktur aufweist. Interessant ist hier das gelegentliche Vorkommen von Kristalldrusen. Die Quarzkristalle dieser Drusen sind dann gewöhnlich von schlanksäuligem Habitus. Von den Kristallflächen der Endbegrenzung ist sehr häufig nur eine einzige Rhomboederfläche entwickelt, wodurch die Prismen schief abgestutzt erscheinen. Der Habitus dieser Quarze ist demjenigen der Stufen von „la Gardette" analog. Eine Eigentümlichkeit der Ausbildung dieser Quarzkristalle mag besonders hier erwähnt werden. Die dicht gedrängten, bis 10 cm langen und im Mittel 1 cm dicken Kristalle sitzen auf einer dem Salband anliegenden Lage von dichtem Quarz und ragen mit ihren freien Enden senkrecht zum Salband gestellt in den Hohlraum des Ganges. Dabei zeigt es sich, dass die abnormal entwickelten Rhomboederflächen der Individuen annähernd unter einander parallel liegen und in der Richtung des Ganges gestellt sind. Die Spitze, welche dieses vorherrschende Rhomboeder mit dem Prisma bildet, ist dabei gangaufwärts gerichtet.

Bezüglich der Erzführung verhalten sich nicht alle Gänge gleich Es findet sich in den Gangmassen hauptsächlich unregelmässig verteilter Pyrit in grösseren oder kleineren Mengen. Fahlerz treffen wir vereinzelt, meist als Belag auf und zwischen Quarzkristallen. Aus dem Ost-West streichenden Gang, unmittelbar westlich von Arcesa, sind Antimon-Kupfer-Fahlerze bekannt geworden.

Nach den Analysen der englischen Gesellschaft „The Evançon Gold Mining Cy.“ ist der Goldgehalt der Gänge immer ein ziemlich niedriger, obwohl stellenweise kleine Freigoldstufen gefunden worden sind. Nur der Ausbiss des Gomba Toppaganges ergab im Mittel 13,3 gr pro Tonne. Angeblich aus dem Gomba Toppastollen soll ein wasserklarer Quarzkristall stammen, in welchem ein sehr schöner Kristall von Freigold in dendritischer Ausbildung eingeschlossen ist. Im Ganggebiet der Testa di Comagna wurden im Gomba Toppagange grössere Aufschlussarbeiten vorgenommen. In der Höhe von 1826 m über Meer wurde im Streichen des Ganges ein Stollen von 90 m bergwärts getrieben und ferner in der Mitte der Stollensohlenstrecke ein Schacht von 20 m Tiefe im Fallen des Ganges abgeteuft (vgl. Tafel VI, Fig. 2). Die Mächtigkeit des Ganges beträgt durchschnittlich ca. 60 cm. Die Gangmasse besteht, wie bereits oben ausgeführt wurde, aus massigem Quarz, worin beim Stollenbau eine mehrere Meter lange Calcitlinse angefahren wurde (vgl. Fig. 4). Die Erzführung des Ganges besteht aus Pyrit, welcher sich beiderseits ca. 5—10 cm von den Salbändern des Ganges entfernt konzentriert hat. Die Mitte der Gangmasse ist fast pyritleer. Diese Verhältnisse zeigen sich namentlich sehr schön am Vorort des Stollens. In der Nähe des Schachtes findet sich auf der rechten Seite des Stollens die schon erwähnte Calcitlinse. Der Quarzgang wird durch diese Linse verengert. Da nun aber die Quantität Pyrit an diesem verengerten Teil des Quarzganges ungefähr die gleiche bleibt, wie im normalen Gang, so findet sich hier eine Pyritanhäufung.

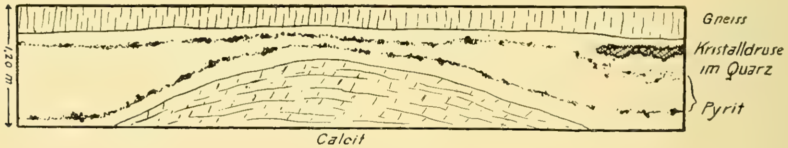


Fig. 4.

Die Goldführung des Ganges ist auf den ursprünglichen Goldgehalt des Pyrites zurückzuführen, jedoch ist auch hie und da etwas Freigold gefunden worden. Die Analysenresultate über die Goldführung des Gangausbisses und des Stollens sind auf Taf. VI, Fig. 2 dargestellt worden. Der mittlere Goldgehalt beträgt im Stollen 10,05 gr pro Tonne gegenüber 13,3 gr an der Oberfläche. Bei der erwähnten Calcitlinse findet sich ein Erzfall, das heisst an derjenigen Stelle, an welcher der Pyrit eine Anhäufung erfährt, steigt der Goldgehalt ausnahmsweise sogar bis zu 120 gr pro Tonne (vgl. Taf. VI, Fig. 2).

Die ungünstige topographische Lage des Gomba Toppaganges — der Stolleneingang befindet sich im schwer zugänglichen oberen Teil des grossen Steilabsturzes des Testa di Comagna in 1862 m Höhe — ist die Ursache, dass ein lohnender Abbau ohne Seilbahnanlage nicht möglich ist.

c) *Das Ganggebiet Fenillaz und Gae Bianche.*

Auf der linken östlichen Talseite ist der Gneis auf eine weniger lange Strecke aufgeschlossen als auf der rechten Talseite. Dem Ganggebiet der Testa di Comagna im Osten entspricht dasjenige von Fenillaz im Westen.

Östlich der Häuser von Ponteilla, welche zwischen Arcesa und Brusson an der Hauptstrasse liegen, erhebt sich eine 400—600 m hohe Steilwand, welche von den Bewohnern des Tales „Chamosire“ genannt wird. Das Bergmassiv besteht in seinen unteren Teilen aus grobbankigen Augengneisen, in den höheren Lagen aus feinbankigen Gneisen oder Glimmerschiefern, die dann mit den sie überlagernden Kalken und Grünschiefern in komplizierter Weise verfaltet sind (vgl. Taf. IV). In den Augengneisen der Talsohle treten hier ebenso wie auf der Westseite, Ost-West streichende, Nordfallende Quarzgänge auf. Der Ausbiss derselben lässt sich am steilen Berghang aufwärts verfolgen. Die Gänge greifen von den Gneisen in die hangenden Glimmerschiefer, Kalke und Grünschiefer über. Sie durchqueren namentlich, in ungestörtem Verlaufe, das System der verfalteten Glimmerschiefer und Kalke. Wir unterscheiden zwei Gruppen derartiger Gänge:

1. Fenillaz-Speranza im Norden.
2. Gae Bianche im Süden.

1. Fenillaz-Speranza (vgl. Taf. III, VII, VIII).

a) Fenillaz.

Das Ausgehende des Fenillazganges lässt sich auf eine Länge von 400 m verfolgen (vgl. Taf. VII und VIII). Wir treffen zunächst in 1535 m Höhe im Nordwesten des Gebietes die Ausbisse zweier Gänge, die sich nach Südosten erstrecken und später in einem einzigen Gang weiterstreichen. Dieser teilt sich auf 1650 m Höhe wieder in zwei Gänge, einen nördlichen, den Fenillazgang, und einen südlichen, Speranzagang geheissen. Der Fenillazgang lässt sich nun weiterhin in südöstlicher Richtung durch die Triaskalkzone hindurch in die Glimmerschiefer hinein verfolgen, worauf er dann auf ca. 1720 m Höhe infolge Schuttbedeckung und Vegetation nicht mehr zu beobachten ist. Die Streichrichtung des Fenillazganges ist WE, das Einfallen beträgt 25—40° Nord, im Mittel 35°.

Auf der ganzen linken Talseite wurde nur der Fenillazgang abgebaut. Es sind auf ihm sieben streichende Galerien angesetzt, welche durch tonlägige Schächte verbunden sind. Auf Taf. VIII und Fig. 5 sind die auf dem Fenillazgang ausgeführten Stollen und Abbaue eingezeichnet sowie das Nebengestein und die Goldfunde im Gang zur Darstellung gebracht worden. Wir sehen auf Taf. VIII, dass im Westen der Gang im Berg erst die Glimmerschiefer durchsetzt, hierauf einen Kalkkeil schneidet, um von neuem in Glimmerschiefer einzutreten.

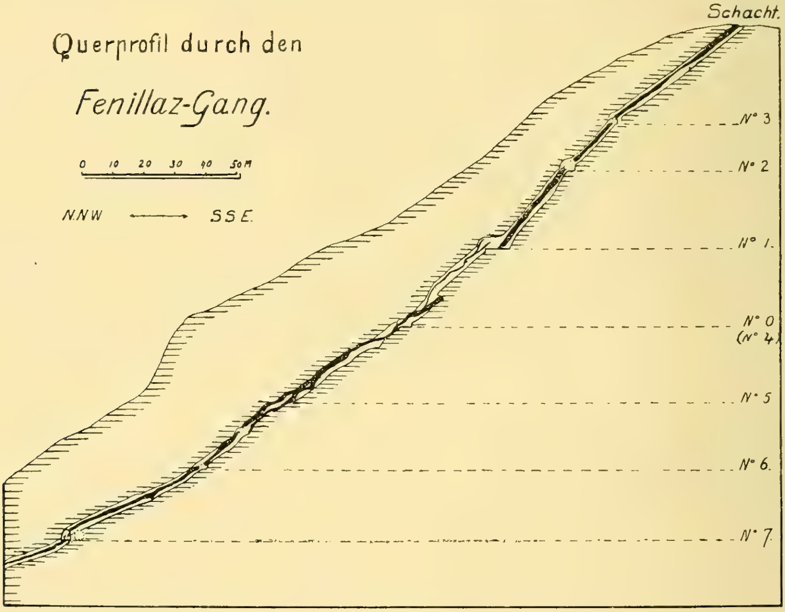


Fig. 5.

In sämtlichen Galerien wird nun bergwärts von neuem Kalk angefahren. Der über dem Kalke liegende Glimmerschiefer wird nicht mehr angetroffen. Die am weitesten vorgetriebene Galerie Nr. 1 geht nach 240 m Länge zu Tage aus, d. h. der Quarzgang streicht im Osten an die Oberfläche aus. Er bildet demnach eine Platte, die von einer Gesteinsmasse bedeckt wird, welche im Westen ziemlich mächtig ist (vgl. Taf. VII und VIII), die gegen Osten zu aber immer mehr abnimmt. Die Tektonik des gesamten Fenillazreviers ist auf den Profilen 2, 3 und 4 der Taf. IV dargestellt.

Im allgemeinen verläuft der Quarzgang ziemlich regelmässig mit wohl ausgebildeten Salbändern gegen das Nebengestein. Seine durchschnittliche Mächtigkeit beträgt 40 cm. Gelegentlich und zwar vorzugsweise im Kalk zerschlägt sich der Gang in mehrere Trümer. Die Gangmasse besteht aus weissem, massigem Quarz oder setzt sich zusammen aus einem körnigen Gewebe von durcheinander gewachsenen und verzwillingten, kleineren und grösseren Quarzindividuen. Kristalldrusen sind häufig. Oft ist dieselbe Kristallausbildung wie am Testa di Comagna zu beobachten. Meist sind die Kristalle von einer dicken Brauneisenhaut überwachsen. L. Colomba (Lit. 10) verdanken wir eine mineralogische Beschreibung von hier auftretenden Quarzkristallen. Ferner untersuchte F. Zyndel (Lit. 35 und 36) Quarzzwillinge nach P_2, die aus dem Fenillazgang stammten. Die Drusen des Fenillazganges sind wohl das reichhaltigste Vorkommen von Quarzzwillingen nach P_2, dem sogenannten Japaner Gesetz.

Pyrit ist im allgemeinen in der Gangmasse selten. Immerhin können sich zuweilen pyritreiche Stellen finden. Im Gegensatz zu Bechaz sind hier oft Nebengestein und Gangeinschlüsse stark mit Pyrit imprägniert. Abbauwürdig sind diese Fahlbänder nie. Der Pyrit ist derb oder kristallisiert in kleinen Würfeln. Häufig ist er zersetzt und vollständig weggeführt. Die dadurch entstandenen Hohlpseudomorphosen der Pyritwürfel zeigen dann, analog wie bei Bechaz, die den Pyritflächen eigentümliche Streifung. Sehr selten konnte körnig in die Quarzgangmasse eingesprengter Bleiglanz beobachtet werden. W. Hotz, welcher während des Abbaues die Mine untersuchte, fand auch gelegentlich Antimonfahlerz und Kupferkies nesterförmig eingesprengt.

Sekundäre Eisenerze finden sich in allen aufgeschlossenen Teilen des Ganges. Die Salbänder sind immer mit einer Schicht Brauneisen überzogen. Nach der Mitte des Ganges hin aber nimmt die Menge des Brauneisens ab, sodass der Gang in der Hauptsache aus sterilem, weissem Quarz besteht. An vereinzelten Stellen ist die ganze Gangmasse aber von Brauneisen durchwachsen und die Kristalldrusen sind mit demselben ausgefüllt.

Das Gold findet sich fast ausschliesslich als Freigold. Auf den ersten Blick scheinen sich die Goldfundstellen im ganzen Gang unregelmässig fleckenartig zu verbreiten. Es lassen sich aber doch in gewissen Gangpartien an Freigold reichere Stellen herausfinden. Wir werden auf diese Erscheinung weiter unten noch zu sprechen kommen. Häufig kommt das Gold in den eisenschüssigen Hohlpseudomorphosen der Pyritwürfel vor und zwar als blätterige Überzüge oder als zerfressene, schwammige Massen. Diese können alle Hohlräume und Risse des Quarzes ausfüllen, sodass dieser gleichsam wie von einem goldenen Netzwerk durchzogen ist. Es fällt dann schwer, ein solch durchzogenes Quarzstück in einzelne Stücke zu zerlegen, indem das Gold der Zertrennung einen zähen Widerstand entgegensetzt. Eine typische Form des Auftretens von Freigold ist folgende: Der Quarz bildet dickplattige Massen und besteht aus stengeligen Individuen von unregelmässig prismatischer Begrenzung, die enggedrängt, sich annähernd senkrecht zur Platte stellen. In den unregelmässig die Druse parallel den Quarzstengeln durchziehenden Kanälen häuft sich Brauneisen an, begleitet von langgestreckten Blechen oder zackigen Aggregaten kleiner Kristalle von Freigold. In anderen Fällen sehen wir aber auch im groben, weissen, sterilen Gangquarz, welcher aus derselben Zone wie der eisenschüssige Quarz stammt, Goldkonzentrationen stattfinden. Mehrere aus der Grube stammende Handstücke bestehen aus grossen, milchweisstrüben Quarzkristallen, die richtungslos mit einander zu einer derben Masse verwachsen sind, aber sich doch immer noch an ihrer prismatischen Ausbildung kristallographisch orientieren lassen. In den vielen Hohlräumen, die auch hier zwischen den Individuen bleiben, hat das Gold sich abgesetzt und zwar meist als massige Ausfüllungen, die als dünne Stangen und Drähte sich durch die vorhandenen Öffnungen hindurch fortsetzen, das Gestein durchziehen und so äusserst reiche Partien bilden innerhalb einer sonst tauben Gangmasse.

An freigoldführenden Gangquarzpartien kann zuweilen in kleinen Hohlräumen das Gold kristallähnlich vorkommen. Deutliche Goldkristalle kamen mir jedoch nicht zu Gesichte. L. Colomba (Lit. 10) beschreibt einige messbare Goldkristalle, die wahrscheinlich aus diesem Gang stammen. Nach seinen Angaben ist die Maximalgrösse solcher Kristalle 2 mm. Er fand die Formen: a (211), d (110), o (111). Weiter erwähnt er Kristallmessungen von Millesovich, welcher die Formen n (211) bestimmte und an einigen kleinen Dendriten die Flächen o (111) und k (420) vorfand.

Die hier beschriebenen Goldanreicherungen können sehr beträchtlich sein und in seltenen Fällen eine lokale Ausdehnung von mehreren Kubikmetern besitzen. So fand man, ungefähr in der Mitte der Grube, am oberen Stoss der Galerie Nr. 4, 185—187 m vom Mundloch entfernt, am 29. Mai 1908 in 462 kg Gangmasse, 40 kg Gold. Ein benachbartes Erznest von 244 kg Gangmasse enthielt 28 kg Gold. Noch im Februar 1909 fand man mehr im Liegenden zwischen Stollen 4 und 5 eine goldreiche Zone von 58 kg Quarz mit 3 kg Freigold.

Wie oben ausgeführt wurde, handelt es sich beim Fenillazgang fast ausschliesslich um Freigoldfunde. Der Gangquarz ist im übrigen sehr goldarm. Nach den Analysen der Englischen Gesellschaft schwankt der Goldgehalt des Quarzes zwischen 0 und 5 gr pro Tonne, im Mittel 2,5 gr pro Tonne. Diese Resultate zeigen, dass der Gangquarz an und für sich, ohne Freigoldfunde, unabbauwürdig ist.

Nach der Mineralführung ist der aufgeschlossene Teil des Ganges als Zementationszone aufzufassen. Es findet sich nämlich neben Brauneisen immer noch frischer Pyrit.

W. Hotz (Lit. 21) weist auf einen interessanten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Freigold und Kalk hin. Er zeigte, dass die reichsten Goldfundstellen vorwiegend dort gefunden wurden, wo der Gang die Glimmerschiefer in der Nähe des Kalkes durchsetzt. Da, wo hingegen der Kalk das Nebengestein des Ganges bildet, hat sich bisher noch kein Freigold nachweisen lassen, und es sind deshalb auch diese Partien kaum abgebaut worden.

Nach W. Hotz scheint es nicht ausgeschlossen, dass die Ausscheidung des Goldes aus den sekundären Lösungen irgendwo begünstigt wurde in denjenigen Teilen des drusigen Quarzganges, welche die Grenzregion gegen den Kalk bilden. Wie ein Blick auf den Grubenplan (vgl. Taf. VIII), worin die Freigoldfundstellen eingetragen sind, deutlich zeigt, scheint in der Tat das meiste Gold in der Nähe des Kalkes abgesetzt worden zu sein. Leider sind auf dem Grubenplan nur die Fundstellen notiert, nicht aber die Grösse der Goldfunde angegeben, sodass es jetzt unmöglich ist, diese interessanten Beziehungen zahlenmässig zu besprechen.

In einer jüngst erschienenen Arbeit bespricht V. Lehner (Lit. 19) seine chemischen Versuche über Goldprezipitation. Er weist nach, dass aus Goldlösungen, welche schwach alkalisch reagieren, Mangansalze und Luftsauerstoff durch Auto-Reduktion Gold ausfällen können, und dass das Vorhandensein von Kalk es bedingt, dass neutrale oder schwach saure Lösungen einen genügenden Grad von Alkalinität annehmen. Im Gebiet der Fenillazgrube sind zwar Mangansalze sicher nicht vorhanden. Es liegt aber die Vermutung nahe, dass die hier in Menge vorhandenen Ferrisalze eine ähnliche Rolle bei der Goldfällung in der Nähe des Kalkes gespielt haben, wie die Mangansalze bei den Laboratoriumversuchen von V. Lehner. Die Richtigkeit der obigen Vermutungen muss auf chemischem Wege noch erwiesen werden. Diese Ausführungen beziehen sich auf das Vorkommen von Freigold, nicht aber auf den Goldgehalt des Pyrites.

Über die offiziellen Produktionsverhältnisse der Fenillazmine gibt folgende Tabelle Aufschluss, welche zusammengestellt wurde nach Angaben aus den jährlichen Directors Reports (Lit. 11):

	Gefördertes Erz in t.	Analysen-Resultat in gr Gold pro Tonne	Goldertrag pro Tonne in gr	Totaler Goldertrag in gr	Ertrag pro Tonne Lire	Gestehungskosten pro Tonne Lire
1904	3,355	14	12,7	42,271	—	—
1905	6,256	15,8	17,2	107,388	54,9	30,65
1906	6,452	30,1	37,9	244,539	115,60	36,25
1907	7,406	9,2	12,2	89,568	35,95	37,65
1908	12,017	13,5	16,9	203,736	51,10	40,75
1909	6 000	4,5	4,9	29,451	—	—
1904–1909	41,486	Mittel 14,5	Mittel 17	716,953		

Die totale Ausbeute von Erz in den Jahren 1904—1909 beläuft sich auf 41 816 Tonnen, woraus 716 953 gr oder 716,953 kg Gold im Werte von ca. 2 100 000 Lire gewonnen wurden. Auf die Tonne berechnet erhalten wir einen Betrag von 17 gr pro Tonne. Aus den Analysen wird der mittlere Goldgehalt mit 14,5 gr pro Tonne berechnet. Er ist also um 2,5 gr pro Tonne höher als die Analysenangaben, welches Resultat den Freigoldfunden zugeschrieben werden muss.

b) Speranza (vgl. Taf. VII).

In 1650 m Höhe, zwischen Galerie Nr. 4 und Nr. 1 zweigt der Speranzagang vom Fenillazgang ab. Sein Ausgehendes lässt sich verfolgen von 1650 m Höhe zuerst in südöstlicher Richtung, dann parallel zum Fenillazgang bis zu 1700 m über Meer. In gleicher Weise wie der Fenillazgang durchquert der Speranzagang die in den Glimmerschiefer verfalteten Kalke. Die Streichrichtung des Ganges ist W-E, das Fallen 25—30^0 Nord. Seine Mächtigkeit beträgt 30 cm.

Der Gang ist durch den tieferen 33 m langen Speranzastollen Nr. 1 und durch den höheren 20 m langen Speranzastollen Nr. 2 angefahren worden.

In seiner petrographischen Beschaffenheit und Mineralführung ist der Speranzagang dem Fenillazgang sehr ähnlich. Der durchschnittliche Goldgehalt des Ganges dagegen ist hier niedriger. Es ist dies dem spärlichen Auftreten von Freigold zuzuschreiben.

Wie aus Tabelle auf pag. 74 ersichtlich ist, hat ein intensiver Abbau auf Fenillaz- und Speranzagang stattgefunden in den Jahren 1904—1909. Im Zeitpunkt des Auflassens der Grube waren die Gänge noch nicht abgebaut, nach Berechnungen von C. Schmidt im Jahre 1909 waren im Fenillazgang und seinem Nebentrum, dem Speranzagang, noch zu gewinnen im ganzen rund 20 000 und 10 000

Tonnen, d. h. 30 000 Tonnen Gangmasse von mindestens 16 gr pro Tonne Goldgehalt.

2. Gae Bianche (vgl. Taf. VII und VI, Fig. 3).

Wenig über der Talsohle des Torrente Gran in ca. 1250 m Höhe treffen wir das Ausgehende der zwei Gae Bianchegänge. Sie durchziehen in südöstlicher Richtung das Gneisgebiet auf eine Länge von 420 m. Der südliche Gang ist zuweilen nicht einheitlich, sondern in verschiedene parallele oder divergierende Nebengänge gespalten. In 1505 m Höhe durchqueren die Gänge ungestört eine in den Gneis eingefaltete Kalkgrünschiefermulde, setzen wiederum durch Glimmerschiefer und endigen in einer Höhe von 1550 m in der Kalkgrünschieferzone.

Das Streichen der Gae Bianchegänge ist W-E, das Fallen 30⁰ bis 40⁰ N. Die Richtung dieser Gänge ist demnach ungefähr parallel der Richtung des Fenillazganges. Die Mächtigkeit der Gänge beträgt ungefähr 0,3—1 m. Am tiefst aufgeschlossenen Punkt, am Torrente Gran, vereinigen sich die Gänge zu einem 2—3 m mächtigen gemischten Gang, welcher durch einen kleinen Anhau angeschürft worden ist. In der Höhe von 1495 m, d. h. unmittelbar bei der Kalkgrünschiefermulde, wurde eine 52 m lange Galerie im Streichen des Ganges vorgetrieben. Der Stollen quert in der Mitte der Strecke ein Marmorband (vgl. Taf. VI, Fig. 3) und endigt in den Grünschiefern. Ausser diesem grösseren Stollen ist noch auf jedem der zwei Gänge ein Anhau von ein bis zwei Meter gemacht worden.

Die Gangmasse, welche wiederum aus Quarz besteht, weicht nur wenig in ihrem Aussehen von derjenigen der bereits beschriebenen Gänge ab. Sie ist nur etwas massiger und führt weniger Kristalldrusen.

Im Mineralbestand des Ganges zeigen sich aber einige Unterschiede gegenüber dem Fenillazgang. Pyrit ist noch seltener und kommt mit Kupferkies vermischt vor. Häufig findet sich Eisenspat vor, welcher meist Lücken und Drusen im Quarz ausfüllt. Da wo der Gang den Kalk durchsetzt, zerschlägt er sich und enthält breccienartige Stücke des Kalkes eingeschlossen, welche Einschlüsse dann durch Einwirkung sekundärer Eisenlösungen in Eisenspat umgewandelt sind. Hierdurch erklärt sich auch, dass an solchen Stellen die Abwesenheit von sekundären oxydischen Eisenerzen konstatiert werden kann. Malachit bildet leichte Überzüge auf Spalten. Beim Stolleneingang durchquert der Gang ein Marmorband. An dieser Stelle hat der Gang den Kalk verkieselt. Das silifizierte Gestein erhält durch feine blätterige Einlagerungen von Magnetit ein schieferiges, gneisartiges Aussehen. Zudem wird es noch fast überall durch Kupfersalze grünlich gefärbt. Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass der silifizierte Kalk aus einem äusserst feinen Gewebe von gleichgerichteten, gestreckten Quarz- und Calcitkörnern besteht. Vereinzelt sind grössere Quarzkörner beigemengt.

Analysen über den Goldgehalt der Gae Bianchegänge liegen nur vor von einem kleinen Teil des südlichen Ganges, welcher durch den Stollen erschlossen wurde. Auf Taf. VI, Fig. 3 ist der Goldgehalt des Stollens graphisch zur Darstellung gebracht. Er beträgt am Stollenmundloch 15 gr pro Tonne, bergwärts schwankt er zwischen 2 und 3 gr pro Tonne.

Zwischen dem Fenillazgang und den Gae Bianchegängen liegen zwei weitere Gangzüge, die beide in kurzen Anhauen aufgefahren wurden (vgl. Taf. VII). Im nördlichen Gang befindet sich unten im Tale in der Nähe des Torente Gran ein kurzer Anhau. Der Gang setzt zum grössten Teil im Gneise auf und tritt kaum noch in das Gebiet der Glimmerschiefer ein. Er wird deshalb voraussichtlich keinen grösseren Goldgehalt führen. — Der südliche Gang zwischen Speranza und den Gae Bianchegängen besteht aus mehreren Teilen, von denen der südliche auf ca. 1620 m Höhe durch eine kurze Galerie aufgeschlossen ist (vgl. Taf. VII). Der Gang besteht hier aus mehreren Trümern von massigem Quarz, die gelegentlich bis 0,5 m mächtig sind und vielfach Breccien von Glimmerschiefer enthalten. Freigold ist nicht angetroffen worden. Dagegen ist vor einigen Jahren am Ausgehenden eines Ganges, der ca. 200 m südlich von den Gae Bianchegängen verläuft, ein ziemlich reicher Goldfund gemacht worden (vgl. Taf. III). Weitere Aufschlussarbeiten in dem nur ca. 0,25 m mächtigen Gang blieben resultatlos. — Ganz am südlichen Ende der Gneise und Glimmerschiefer, wo dieselben unter Schuttmassen verschwinden, findet sich oberhalb der Strasse nördlich Arcesa ein mehrfach zertrümerter Gang, der N 80° E streicht und mit 30° N einfällt und über 100 m weit verfolgt werden kann.

B. Gänge in Amphiboliten.

Nördlich von Quinçod erheben sich Amphibolitmassen, welche sich bei Arbaz plateauartig ausbreiten (vgl. Taf. III). Die massigen Amphibolite lassen nur undeutlich eine Streichrichtung erkennen. Das Gebiet ist im Nordosten, Osten und Süden von im allgemeinen SW-NE streichenden Gängen durchzogen. Klüftung ist im Gestein vorhanden, aber lange nicht so ausgeprägt, wie in den Gneisen. Ein Zusammenhang zwischen Klüftung und Gangrichtung ist nicht immer nachweisbar.

a) Gran Guillate (vgl. Taf. III).

Südwestlich von Toretta, am Weg nach Bechaz, wenig oberhalb der Talsohle, findet sich ein annähernd W-E streichender 2—3 m mächtiger Minettegang, welcher die Amphibolite fast senkrecht zu ihrer Streichrichtung durchquert. Auf seiner ganzen Länge wird die Minette des Ganges an ihrem nördlichen Salband von einer 30 cm bis 1 m mächtigen Quarzinfiltration begleitet. Der Gang steht saiger oder er fällt steil nach Norden. Sein Ausgehendes kann von 1180 m Höhe zuerst auf eine kleinere Strecke den Berg hinauf verfolgt werden. Infolge Schuttbedeckung bleibt der Gang auf ca. 150 m Länge unsichtbar. Der Ausbiss des Ganges kommt dann wieder zum Vorschein und verliert sich auf 1380 m Höhe. Durch diesen Unterbruch entstehen scheinbar zwei getrennte Gänge, die von den Bewohnern des Tales mit verschiedenen Namen belegt worden sind. Der östliche, untere Abschnitt heisst Crête de Naye, der westliche, obere, Gran Guillate. Dass es sich hier aber um einen einzigen zusammenhängenden Gang handeln muss, zeigt die Streichrichtung — Crête de NNaye liegt genau in der Fortsetzung des Streichens von Gran Guillate — dann sollen auch nach mündlicher Überlieferung die Baue von Gran Guillate und Crête de Naye in Verbindung stehen (vgl. Fig. 6).

Das Gestein der Minette ist mittelkörnig und hat eine braunschwarze Farbe. Dieses Aussehen bleibt über die ganze Breite (2 bis 3 m) des Ganges gleich. Selbst die Salbänder zeigen keine nennenswerte feinkörnigere Struktur. Auf den ersten Blick scheint das Gestein nur aus Biotit zu bestehen, jedoch lassen sich noch bei genauerer Betrachtung weisse Mineralien auffinden, welche mikroskopisch als Feldspat (Orthoklas und Albit) und Quarz bestimmt werden konnten. Auch finden sich noch Apatit, Calcit und Haematit.

Der Gangquarz enthält stellenweise zahlreiche Einschlüsse von der Minette, wodurch er hie und da ein sehr gemischtes Aussehen erhält. Stellenweise sind die Einschlüsse im Quarz verkieselt. Es kann auch vorkommen, dass das Salband der Minette mit dem Quarz ebenfalls etwas verkieselt worden ist. Die nördliche Seite des Quarzes hat als Nebengestein den Amphibolit. Hier ist dann die Erscheinung der Verkieselung des Nebengesteines eine viel ausgeprägtere. Der Amphibolit ist oft bis zu einer Entfernung von einem Meter vom Gang in ein braunes ausserordentlich hartes Gestein umgewandelt. Mikroskopisch sind dann die ursprünglichen Komponenten hierin nicht mehr oder nur ganz undeutlich zu erkennen. Das Gestein besteht dann aus einer einheitlichen sehr feinkristallinschuppigen Quarzmasse, worin einzelne Individuen nicht aufzufinden sind. Es kann durch spätere Infiltration von Kupfersalzen wiederum grün gefärbt worden sein, welche Erscheinung an Minetteeinschlüssen im Quarzgang bisweilen zu beobachten ist. Die Gangart ist wie erwähnt Quarz, welcher sehr massig ist. Ganz kleine Kristalldrusen sind hie und da zu beobachten.

Die Mineralführung ist fast ausschliesslich Bleiglanz. Dieses Mineral ist nie reichlich vorhanden. Es findet sich entweder als Körnchen in dem Quarz eingesprengt (Quarz moucheté), oder es ist sehr fein im Quarz verteilt, sodass derselbe grau gefärbt ist. Wo sich Minetteeinschlüsse im Gang vorfinden, hat sich fast aller Bleiglanz schalenartig um diese herum konzentriert, sodass ein Ringelerz entstanden ist. Diese Erzschale kann aber stellenweise auch nur halb zur Entwicklung gekommen sein, dann findet sich aber der Bleiglanz nur um die untere Hälfte der Einschlüsse herum. In einem Aufschluss des Ganges von ungefähr 80 cm Breite, in welchem sich keine Breccienstücke vorfinden, ist eine Konzentration des Bleiglanzes in zwei symmetrischen Schichten nahe bei den Salbändern zu beobachten.

Ausser Bleiglanz findet sich stellenweise ein zweites Mineral im Quarz eingesprengt. Es zeigt schwache Spaltung nach den Würfelflächen, ist jedoch spröder als Bleiglanz und bricht mit muscheligem Bruch. Seine Farbe ist grauer als diejenige des Bleiglanzes. Eine Analyse ergab folgende Resultate:

Pb	64,20 %
Cu	18,05 %
S	16,55 %
	98,80 %

wonach eine Mischung von 66,6 % PbS mit 33,3 % Cu_2S vorliegt. Das Mineral ist demnach als Plumbocuprit zu bezeichnen.

Ein drittes Mineral, das seltener auftritt, hat eine graue Farbe und muscheligen Bruch. Die qualitative Analyse ergab:

Pb, Cu, Fe, S, Sb, und Spuren von Hg, As, Cd. Hiemit ist das Mineral als ein Fahlerz bestimmt.

Pyrit ist in diesem Gang nie gefunden worden, also ebensowenig sekundäre Eisenerze.

Sekundäre Kupfererze, wie Malachit und Azurit, sind bis in die tiefsten Aufschlüsse in geringen Mengen aufzufinden. Der Azurit bildet hie und da schöne Kriställchen.

In den alten Abbauen kommen stellenweise auf Spalten und am Salband gegen die Minette hin gut ausgebildete Calcit- und Ankeritkristalle vor, welche von Brauneisen überzogen sind. Auf Klüften und um Minettebreccien herum sind schöne, kleine rosettförmig angeordnete Calcitkriställchen aufgefunden worden.

Über den Goldgehalt des Gran Guillateganges existieren keinerlei Angaben. Vermutlich ist er in dieser Hinsicht steril. Nach mündlicher Überlieferung soll das Erz dieses Ganges früher auf Silber verhüttet worden sein (vgl. Lit. 28). Demnach enthält der Gang „18 liv. de plomb et $1^1/_2$ onc. d'Argent par quintal". Eine qualitative Analyse des Bleiglanzes ergab jedoch nur eine geringe Spur Silber.

Der Gran Guillategang wurde durch einen grösseren Tagebau erschlossen. Die untenstehende Skizze (vgl. Fig. 6) orientiert über diese Arbeiten. Ein Zutrittsstollen führt von Westen schräg abwärts zum Boden des Baues. Ein Schacht von unbekannter Tiefe soll nach Aussagen der Talbewohner mit Crête de Naye in Verbindung stehen. In welcher Zeit diese Grubenarbeiten ausgeführt wurden, konnte nicht ermittelt werden. Sicher ist, dass während des ganzen vorigen Jahrhunderts die Grube ausser Betrieb war. Bohrlöcher in den Wandungen der Grube lassen erkennen, dass für den Abbau Pulver als Sprengmaterial verwendet worden sein muss.

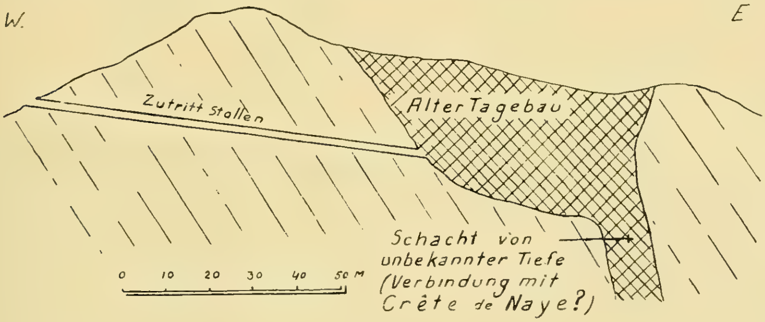

W.
E
Zutritt Stollen
Alter Tagebau
Schacht von unbekannter Tiefe (Verbindung mit Crête de Naye?)
0 10 20 30 40 50 m

Fig. 6.

b) *Das Ganggebiet Boretta-Trivera-Bochey.*

1. Boretta (vgl. Taf. III).

Im südöstlichen und östlichen Teil des Amphibolitmassives von Arbaz beobachten wir das Ausgehende einiger Gänge am Bergabhang zwischen Quinçod und Toretta. Die Streichrichtung der Gänge ist im allgemeinen NNE-SSW. Das Fallen ist 60—70^0 gegen Nordwesten.

Von allen diesen Gängen ist einzig der Borettagang von einiger Bedeutung. Seine Durchschnittsmächtigkeit ist 30—40 cm, die Streichrichtung N 70^0 E bei 65^0 Nordwestfallen. Die Amphibolite sind in deutlicher Weise von einer dem Gangstreichen parallel verlaufender Klüftung durchsetzt.

Die Gangmasse besteht aus weissem Quarz, der abwechselnd drusig oder kompakt ist, und welcher von dem Quarz der Gänge im Gneis nicht viel verschieden ist. Pyrit ist nicht selten. Daneben tritt aber als charakteristisches Erz noch Kupferkies auf, hauptsächlich in der Nähe der Salbänder nesterförmig eingesprengt. Häufig findet sich dabei noch Fahlerz. Diese Mineralführung hat Veranlassung gegeben, die Erze aus diesem Gang auf Gold, Silber und Kupfer zu prüfen. Der Gang ist durch zwei Schürfstollen erschlossen, dessen Mundlöcher jetzt verschüttet sind. Nach C. Schmidt ist der Gang auf 101 m Länge durch die Galerie angehauen worden, zu welcher ein Traversbank von 44 m Länge führte. Ein zweiter kurzer Schürfstollen ist etwas höher in den Berg getrieben worden.

Die von der Englischen Gesellschaft ausgeführten Analysen ergaben im Mittel für:

	Stollen 1.	Stollen 2.
Gold (gr p. t.)	6,20	6,18.
Silber (gr p. t.)	39,—	25,—.
Kupfer (%)	3,33	4,22.

Erwähnenswert ist noch ein Gangvorkommen bei Via Beccia (also am Weg nach Beccia oder Bechaz) östlich von Arbaz. Die Amphibolite streichen dort N 50° W, bei 25° W Fallen. Der Gang besteht aus bleiglanzhaltigem Quarz und verläuft dem Schichtstreichen parallel. Das Einfallen beträgt 50—60° gegen NW. Am Eingang der Galerie ist er ca. 20 cm mächtig, verbreitert sich aber in seinem Verlaufe. Der Amphibolit ist am Salband durchsetzt von einem Netzwerk von kleinen Adern, die bis 1 cm breit sein können. Das Material dieser Adern besteht abwechselnd in gleichen Teilen aus Pyrit und Kupferkies und einer chloritartigen Masse. Sehr selten ist den Salbändern entlang eine dünne Quarzschicht zu beobachten. Calcit kommt häufiger vor, mag aber wohl sekundärer Natur sein.

2. Trivera (vgl. Taf. III und V).

Im nordöstlichen Teil des Amphibolitgebietes von Arbaz in der Regione Piule oder Trivera, d. h. südwestlich der Combe von Bechaz (vgl. Taf. V) findet sich eine NNE-SSW streichende Anzahl Gänge, die mit 60—70° gegen Nordwesten fallen. Die Amphibolite von Trivera sind vom Gneis des Mont Salé durch ein Kalkband getrennt, das aber in der Regione Piule durch Gehängeschutt bedeckt ist. Die Streichrichtung der Triveragänge ist fast identisch mit denjenigen der Bechazgänge. Die Mächtigkeit der Gänge ist verschieden und wechselt zwischen 0,30—2 m.

Im ganzen Ganggebiet von Trivera ist nur im Puit Trivera (Schacht E) ein Gang gut aufgeschlossen. Dort treffen wir einen ca. 2 m mächtigen Quarzgang, der N 70° E streicht und 70° NW fällt. Die Gangausfüllung besteht fast nur aus reinem Quarz. Der Quarz ist arm an Gold, er ist auch von den Alten gar nicht ausgebeutet worden, man hat vielmehr auf eine Breite von 2 m am südlichen Salbande des Ganges den Amphibolit ausgehauen, da derselbe nesterartig von Eisen- und Kupferkies durchsetzt ist. Auch schmale Quarzgänge mit Kiesen stellen sich hier ein. Am nördlichen Salband des Quarzganges ist der Amphibolit taub.

Die Erze von Puit Trivera sind auf Gold, Silber und Kupfer analysiert worden. Die Analysen der Englischen Gesellschaft ergaben:

Gold	3,20 gr p. t.
Silber	30,00 gr p. t.
Kupfer	2,8 %.

3. Bochey (vgl. Taf. III).

Am Weg von Quinçod nach Arbaz, nahe beim Hause Bochey, trifft man auf 1300 m Höhe in den Amphiboliten einen N 55° E streichenden Gang. Die Amphibolite streichen hier auch N 55° E, fallen aber flach gegen NW ein, während der Gang ziemlich steil ungefähr 60° gegen NW einfällt. Die Mächtigkeit des Ganges beträgt 2—3 m. Der Quarz ist massig, doch finden sich einige Kristalldrusen. Pyrit und Kupferkies sind selten zu sehen, jedoch wird der Quarz hie und da durch sekundäre Kupfererze grün gefärbt. Sekundäre Eisenerze finden sich nur ganz selten. Nach den Analysen der Englischen Gesellschaft beträgt der Goldgehalt im Mittel 2 gr, der Gang ist also ebenso wie die anderen Gänge in den Amphiboliten goldarm. Jedoch soll nach Jervis (Lit. 17) und nach d'Achiardi (Lit. 1) in den Jahren 1742 und 1752 in diesem Gang Freigold gefunden worden sein (vgl. auch Lit. 28).

Auf 1158 m Höhe wurde von den Alten ein ca. 300 m langer querschlägiger Stollen auf diesen Gang getrieben. Die Felsen beim Eingang tragen die Jahreszahl 1743 eingehauen. Das Mundloch des Stollens ist jetzt verschüttet. Ein Anhau von unbekannter Tiefe befindet sich auf 1320 m Höhe.

Ausser den erwähnten Gängen finden sich in den Amphiboliten südlich des Borettaganges noch einige Quarzgänge, welche ziemlich mächtig sein können, aber im übrigen nicht mineralisiert sind. Sie sind im allgemeinen nicht, oder nur ganz wenig angeschürft worden. Ihre Hauptrichtung ist stets NNE-SSW, jedoch zerschlagen sie sich oft und einige Seitentrümer nehmen dann WE-Richtung an.

In Gomba di Lou z. B., zwischen Gran Guillate und Crête de Naye wird der Minettequarzgang von einem ca. 2 m mächtigen Quarzgang durchquert, welcher Gang NE streicht und gegen NW fällt. Dieser Gang besteht nur aus reinem massigem Quarz. Verfolgt man diesen Gang nach Südwesten, dann trifft man nach ungefähr 200 m eine Galerie von ca. 35 m Länge. Diese ist dort angesetzt worden, wo der Gang sich zerschlägt und eines der erwähnten WE streichenden Gangtrümer sich abtrennt. Der Hauptgang bildet einen 3—4 m mächtigen gemischten Gang, welcher ungefähr zur Hälfte aus Quarz und zur Hälfte aus Amphiboliteinschlüssen besteht. Pyrit und Kupferkies sind sehr selten, andere Mineralien gar nicht aufgefunden worden. Da von Erzen aus diesem Gang keine Analysen bekannt sind, lässt sich über die Goldführung dieses Ganges kein Urteil aussprechen.

Noch zu erwähnen ist, dass unterhalb dem Dorfe Mae, wo die Fortsetzung des schon genannten Amphibolitgebietes von Arbaz von der Torente Evançon blossgelegt wird, sich einige wenig mächtige Quarzadern finden. Sie streichen NW-SE bis WE, stehen saiger oder fallen steil nach Norden. Sie sind scharf gegen das Nebengestein abgetrennt. Der Quarz ist massig und hie und da durch Brauneisen gefärbt. Über deren Goldgehalt geben die Analysenbücher der Englischen Gesellschaft keinen Aufschluss.

4. Cogne (vgl. Taf. III).

Westlich von Arbaz erhebt sich ein Massiv von verfalteten Serpentinen und Amphiboliten, „la Ruine“ genannt, welches nach Westen sehr steil abstürzt. Im südlichen Teil desselben trifft man innerhalb der Serpentine eine kleine Amphibolitpartie, welcher Schichtstreichen NE-SW ist und gegen SE einfällt. Diese Amphibolite werden von einem ca. 50 cm mächtigen Quarzgang mit Nebentrümern durchquert. Der Gang streicht N-S und fällt 45° nach Westen. Da wo der Gang in den Serpentinen eintritt, ist er nicht weiter zu beobachten.

Der Quarz dieses Ganges ist massig bis drusig. Die Mineralführung besteht aus Pyrit, reichlichem Bleiglanz und Fahlerz. Stellenweise tritt etwas Kupferkies und Bornit auf. Die Englische Gesellschaft hat auf ca. 1440 m Höhe einen ca. 50 m langen Stollen getrieben und etwas höher einen kleinen Anhau gemacht.

Proben vom Ausbiss genommen weisen nach den Analysen der Englischen Gesellschaft einen mittleren Goldgehalt von 15,5 gr pro Tonne auf. Im Stollen dagegen beträgt der mittlere Goldgehalt des Ganges nur 2 gr pro Tonne.

IV. Historische Notizen.

Als älteste Nachrichten über Bergbau auf Gold in Piemont werden Angaben von Strabo und Plinius zitiert. Vor Beginn unserer Zeitrechnung war Piemont von einem keltischen Volksstamm, den Salassern, besiedelt. Diese Salasser sollen in Piemont erfolgreich sowohl auf Seifengold als auf Berggold Bergbau getrieben haben. Unter Augustus, i. J. 25 v. Chr., wurden sie nach langen Kämpfen mit den Römern vernichtet. Auch unter den Römern soll weiter Gold gewonnen worden sein. Spuren von Feuersetzen, die auf den Gängen von Bechaz (Nr. 3 und 6) z. B. sich noch erkennen lassen, sind als Anzeichen dieses ganz alten Bergbaues zu betrachten (vgl. Lit. 28, pag. 220). Das Vorkommen von „Freigold“ am Ausgehenden der Gänge ermöglichte die Goldgewinnung auch ohne Amalgamation.

Sichere Angaben über Bergbau in unsrem Gebiet erhalten wir aus der Mitte des 18. Jahrhunderts, da Piemont zur Sardinischen Monarchie gehörte. Wir finden heute noch in den Felsen bei den Galerien in der Gegend von Arbaz die Jahreszahlen: 1726, 1743, 1749 und 1756 eingemeisselt. Hiebei handelte es sich weniger um Gewinnung von Gold, als um Abbau von Kupfer- und Bleierzen (Gänge in Amphiboliten).

Als in den letzten Jahrzehnten des 18. und in den ersten des 19. Jahrhunderts in Gondo, Antrona, im Val d'Anzasca und bei Alagna die goldführenden Quarzpyritgänge in grossartigem Massstabe und mit reichem Erfolg abgebaut wurden, scheinen die analogen Vorkommnisse im Val d'Evançon keine besondere Beachtung gefunden zu haben. Die ersten Versuche, die in neuerer Zeit ums Jahr 1853 und 1865 unternommen worden sind, den Bergbau wieder zu eröffnen, beziehen sich auf die vornehmlich kupfererzführende Ganggruppe von Arbaz.

Seit den Römerzeiten sind die *Quarzpyritgänge von Arcesa* somit kaum bebaut worden. Im Jahre 1898 wurde eine Schweizerische Gesellschaft, die „Société des Mines d'or de l'Evançon“ gegründet. Diese Gesellschaft hatte als Objekt des Bergbaues vor sich die kaum in ihrem Ausgehenden angeritzten Gänge von Bochaille-Bechaz-Gomba Toppa auf der rechten Talseite und die gänzlich unverritzten Gänge von Fenillaz etc. auf der linken Talseite vor sich. Nach kurzem nicht befriedigendem Betriebe, trat im Jahre 1902 eine neue Englische Gesellschaft „The Evançon Gold Mining Cy“ an die Stelle der Société des Mines d'or de l'Evançon. Bis zum Ende des Jahres 1909 dauerte der Bergbau dieser Englischen Gesellschaft. Wie in unserer Darstellung gezeigt wurde, sind die bergbaulichen Arbeiten in dieser Zeit einerseits der Abbau von Fenillaz und andrerseits der Bau des

Tiefstollens von Bochaille. Während der letztere Bau keine befriedigenden Resultate erzielen konnte, hat die Mine Fenillaz Gold im Werte von über zwei Millionen Franken geliefert. Im Jahr 1910 hat die Englische Gesellschaft die Minen geschlossen, nachdem der reiche Fenillazgang zu ungefähr zwei Dritteilen abgebaut worden war.

Literaturverzeichnis.

1. *Achiardi, A. d'.* I metalli. Loro minerali e miniere. Milano 1883.
2. *Argand, E.* Contribution à l'histoire du géosynclinal piémontais. Comptes rendus. Paris 1906.
3. — L'exploration géologique des Alpes Pennines centrales. Thèse Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 1909. Lausanne.
4. — Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux. Mat. carte géol. Suisse. Nouv. sér. Livr. XXXI. 1911.
5. — Sur la répartition des roches vertes mésozoïques dans les Alpes Pennines avant la formation des grands plis couchés. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. Lausanne 1911.
6. — Alpes occidentales 1 : 500 000. Avec 3 pl. de profils. 1912. Mat. carte géol. Suisse. Nouv. sér. XXVII.
7. *Artini e Melzi.* Ricerche petrografiche e geologiche sulla Val Sesia. Milano 1900.
8. Carta geologica delle Alpi occidentali. Roma 1908.
9. Catalogo della mostra fatto del corpo Reale delle miniere al esposizione universale del 1900 a Parigi. Roma 1900 (pag. 73—76).
10. *Colomba, L.* Osservazioni mineralogiche sui giacamenti auriferi di Brusson. Atti. R. Acc. Sc. Torino. Vol. 42. 1907.
11. Evançon Gold Mining Co. Ltd. Directors Reports and accounts. London 1902—1909.
12. *Franchi, S.* Notizie sopra alcune metamorfosi di eufotidi diabasi nelle Alpi occidentali. Roma 1895.
13. — Prasiniti ed Anfiboliti sodiche. Boll. dell' R. geol. d'Italia 1896.
14. — Sull' éta mesozoica della zona dell' pietre verdi nelle Alpi occidentali. Boll. del R. com. geol. d'Italia. 1898.
15. — Ancora sull' éta mesozoica della zona dell' piedre verdi nelle Alpi occidentali. Boll. del R. Com. geol. d'Italia. 1902. fac. 2.
16. *Gerlach, H.* Die Penninischen Alpen. Beitrag zur geol. Karte der Schweiz. XXVII. 1869.
17. *Jervis, G.* I tesori sotteranei dell' Italia. Roma-Torino-Firenze. 1873.
18. *Lock, A. G.* Gold, its occurence and extraction. London 1882.
19. *Lehner, V.* On the deposition of Gold in nature. Economic Geology. No. 6. 1914.
20. *Lugeon, M.* et *E. Argand.* Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont. Comptes rendus. Paris 1903.

21. *Hotz, W.* Die Fenillazgoldgänge bei Brusson, Piemont. Ztschr. für prakt. Geol. 1910.
22. *Novarese, V.* Nomenclatura e sistematica delle roccie verde nelle Alpi occidentali. Boll. del R. com. geol. d'Italia. 1895.
23. — Le Alpi Piemontesi. Memor. soc. geograf. d'Italia. No. IX. 1899.
24. *Preiswerk, H.* Geologische Beschreibung der Lepontinischen Alpen. I. Teil. Die Grünschiefer im Jura und Trias des Simplongebietes. Beitr. zur geol. Karte der Schweiz. Lief. XXVI. 1907.
25. — Über Dunitserpentin am Geisspfadpass in Oberwallis. Dissertation. Basel. Eclog. Helv. 1901.
26. — Untersuchung eines Grünschiefers von Brusson, Piemont. Zentralblatt f. Min. etc. Nr. 10. 1901.
27. Rivista del servizio mineraio. Ministerio di Agr., Industr. e Com. — Ispettorato delle Miniere-Roma.
28. *Robilant, le chevalier Nicolis de.* Essai géographique suivi d'une topographie souterraine minéralogique et d'une docimasie des états de S. M. en terre ferme. Mémoires de l'Académie Royale des Sciences. Années MDCCLXXXIV LXXXV. Turin 1786.
29. *Schmidt, C.* Geologisches Gutachten über die goldführenden Gänge bei Brusson, Val d'Evançon, Piemont. Bern 1900.
30. — Über die Geologie des Simplongebietes und die Technik der Walliseralpen. Ecl. geol. Helv. Vol. IX. 1907.
31. — Report by Dr. Schmidt on the companys mines in the Evançon Valley. The Evançon Goldmining Cy Ltd. Directors Reports and Accounts. London 1908.
32. Société des Mines d'Or de l'Evançon. Rapport présenté par le conseil de l'administration. Brusson et Genève 1900. (Rapport géologique par C. Schmidt et rapport de M. C. de Castro.)
33. *Stella, A.* Il problema geotettonico dell' Osola e del Sempione. Boll. del R. com. geol. d'Italia. 1905.
34. — La Miniera aurifera dei Cani, in Valle Anzasca e le sue sorgenti arsenicali. Rasegna Mineraria e della Industria chimica. Vol. XXV. no. 18. 1906.
35. *Zyndel, F.* Über Quarzzwillinge nach (1122) P 2 von Brusson. Piemont. Centralblatt f. Min. etc. 1910. No. 12.
36. — Über Quarzzwillinge mit nicht parallelen Hauptaxen. Ztschr. f. kristall. etc. Band LIII. Heft 1. 1913.

Manuskript eingegangen den 8. März 1916.

Inhaltsverzeichnis.

Seite
I. Einleitung 49
II. Das Ganggebiet von Brusson 51
  A. Petrographische Beschreibung 52
    1. Die Gneissformation 52
      a) Der granitische Gneiss 52
      b) Der Augengneiss 53
      c) Die dünnschiefrigen Gneisse 53
    2. Die Formation der Pietre verde 54
      a) Kalke Triasmoor 54
      b) Grünschiefer und Kalkphyllite 55
        1. Serpentinschiefer 55
        2. Amphibolite 56
        3. Epidotchloritschiefer und Kalkphyllite 56
          α) Epidotchloritschiefer 57
          β) Kalkphyllite 58
    3. Die Minette von Gran Guillate 58
  B. Die Tektonik 59
III. Beschreibung der Erzgänge und der Grubenbaue 62
  A. Gänge im Gneiss 63
    a) Das Ganggebiet Mont Salé, Bechaz, Bochaille 63
      1. Mont Salé, Bechaz 63
      2. Bochaille 66
    b) Das Ganggebiet am Testa di Comagna 67
    c) Das Ganggebiet Fenillaz und Gae Bianche 69
      1. Fenillaz, Speranza 69
        a) Fenillaz 69
        b) Speranza 74
      2. Gae Bianche 75
  B. Gänge in Amphiboliten 76
    a) Gran Guillate 77
    b) Das Ganggebiet: Boretta, Trivera, Bochey, Cogne 79
      1. Boretta 79
      2. Trivera 80
      3. Bochey 81
      4. Cogne 82
IV. Historische Notizen 83
Literaturverzeichnis 84

P. Chappuis.

Phot. Kling Jenny.

Zur Erinnerung an Dr. Pierre E. Chappuis.

Mit Porträt.

Von

Aug. Hagenbach.

Dr. Pierre Chappuis, geb. am 9. Oktober 1855 in Bremblems bei Morges, seit 1880 Mitglied und 1904—06 Präsident der Basler Naturforschenden Gesellschaft, ist am 15. Februar 1916 in Basel gestorben.

Als Freund und als Fachkollege des Verstorbenen sei es mir gestattet, einige Worte der Erinnerung an Pierre Chappuis niederzulegen, wobei ich hauptsächlich über sein wissenschaftliches Wirkungsfeld berichten möchte.

Nachdem *Chappuis* während einiger Jahre in Basel an der Universität Naturwissenschaften und speziell Physik studiert hatte, schloss er in Leipzig bei Prof. *G. Wiedemann*, dem früheren Basler Professor, sein Studium mit einer Doktorarbeit über die Verdichtung der Gase auf Glasoberflächen ab. Wie es häufig geht, blieb ihm das Interesse an dem ersten wissenschaftlich behandelten Thema auch nachher noch, und es folgten dann eine Reihe von Arbeiten über die Absorption der Kohlensäure in Holzkohle und ähnliches, von denen die erste wieder in Basel im Bernoullianum bei seinem ersten Physiklehrer, dem damaligen Vorsteher des Institutes, bei *Ed. Hagenbach-Bischoff*, ausgeführt wurde.

Nach seiner Übersiedelung nach Paris, wo er im Jahre 1882 am Bureau international des poids et mesures angestellt wurde, arbeitete er zunächst auf demselben Gebiet weiter. Für uns Physiker ist sein Verharren bei diesen molekulartheoretischen Problemen durchaus charakteristisch. Der bekannte Ausspruch, den man *Quincke* in den Mund legt, „wer einmal seine Finger zwischen den Molekülen gehabt hat, bringt sie sein Leben lang nicht wieder heraus", bewahrheitete sich auch an ihm. Überall finden wir in seinen Arbeiten Ideen und Gedankengänge, sowie Versuche über die gegenseitige Beeinflussung der Moleküle. Noch in jüngster Zeit hat er seine Untersuchung über den Einfluss der absorbierten Luft in Wasser auf dessen spezifisches Gewicht (1909) beendet. Seine ersten Arbeiten verrieten ein hohes experimentelles Geschick und eine grosse Fähigkeit, Messungen durch systematisch durchgeführte Experimente bis zum äussersten Grad von Genauigkeit zu bringen. Am internationalen Bureau, das in erster Linie für die Längen- und Massennormalien für alle der Meterkonvention beigetretenen Staaten zu sorgen hatte, war der richtige Ort, wo *Chappuis* seine Fähigkeiten entfalten konnte. Die Physiker, welche in den eigentlichen Forschungsinstituten tätig sind, haben nicht immer das nötige Verständnis, ja vielleicht manchmal kaum die richtige Würdigung für die Präzisionsarbeiten eines internationalen Bureaus besessen, doch darf man das höchstens von denen sagen, welche nie Gelegenheit gehabt haben, die feinen Methoden der Präzisionsarbeiter kennen zu lernen.

Die Lehre der Längenmessung oder kurz die Metrologie und die damit verknüpfte Thermometrie sind zwei Zweige der Physik, welche besonders durch Ausarbeitung von Methoden für Physik, Geodäsie und Astronomie im allgemeinen von fundamentaler Bedeutung geworden sind. Dabei sind ebensosehr die mathematischen Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Ermittlung und Beurteilung der Genauigkeit eines Resultates, wie auch alle erdenklichen und erreichbaren experimentellen Hilfsmittel herangezogen und beschafft worden. Dies war eine Aufgabe, wert von *Chappuis* bearbeitet zu werden. Es ist unmöglich, in diese delikaten Untersuchungen hier einzutreten, wohl nur Physiker können beurteilen, welche Gedankenarbeit bis zur Schaffung der fertigen Methode und welche Fülle von oft zeitraubenden Messungen und Ablesungen durchgeführt werden musste, bis eine Zahl oder Zahlenreihe mit den dazugehörenden Genauigkeitsgrenzen reif zur Publikation ermittelt war.

Chappuis fiel als Hauptarbeit die Untersuchung der Thermometer zu. Der Laie hält gewöhnlich die Bestimmung der Temperatur für etwas einfaches. Der Physiker hat aber leicht ein unsicheres Gefühl, wenn in eine zu ermittelnde Grösse eine Temperaturbestimmung eingeht, weil sie ihm den Genauigkeitsgrad im allgemeinen verdirbt. Unsere Thermometer sind launige Instrumente. In den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts kannte man diese Launen noch sehr wenig, man ist ihnen nur durch systematische Prüfung und scharfe Kritik aller Einflüsse, welche eine Einstellung und eine Ablesung eines Thermometers verändern, beigekommen. Mit einer sichern Hand und einem feinen Gefühl einer Störung auf den Grund zu kommen, hat *Chappuis* in jahrzehntelanger zäher aber zielbewusster Arbeit die Wegweiser auf diesem Gebiet der Wärme gegeben, so sicher weisend, dass die Physiker heute seinen Wegen unbesonnen folgen.

Von den verschiedenen Arbeiten aus diesem Gebiet möchte ich hervorheben einmal seinen Vergleich der Quecksilberthermometer aus verschiedenen Glassorten und dann seine glänzenden Untersuchungen über das Gasthermometer, das ja dank seiner Arbeiten zur Definition der Temperaturskala überhaupt geführt hat. Diese Arbeiten waren noch nicht abgeschlossen, als er nach 20jähriger Tätigkeit 1902 aus familiären Gründen nach Basel zurückkehrte. In seinem schmucken Privatlaboratorium, das er im Garten seiner Wohnung erbauen liess, hat er die Arbeiten weiter geführt. In engem Zusammenhang mit seinen Thermometerproblemen stehen seine Bestimmungen der Ausdehnung des Quecksilbers im Vergleich mit dem Stickstoff. Definieren wir die Temperatur aus der Ausdehnung des Stickstoffs, so müssen wir die Ausdehnung des Quecksilbers, da wir nun aus praktischen Gründen Quecksilberthermometer benützen, damit vergleichen. Es ist seine letzte grosse Arbeit, die er in seinem Laboratorium ausgeführt hat, wobei er seine früheren Messungen und die anderer Forscher revidierte. Glücklicherweise ist die Abhandlung im Druck.

In Fachkreisen, in der schweizerischen physikalischen Gesellschaft, im physikalischen Kolloquium, das er ganz regelmässig besuchte, sprach er gerne über seine Ergebnisse. Vor weiterem Kreise liebte er es nicht besonders, vorzutragen. Es gehörte immer etwas Überredungskunst dazu, ihn zum Sprechen zu veranlassen. Er wusste wohl, dass er kein glänzender Redner war und fürchtete vielleicht allzusehr, dass der von ihm wissenschaftlich bearbeitete Stoff dem Nichtfachmann allzu fern liege, und dass er langweile, weil er Einzelheiten bringen müsse, obschon bei Präzisionsarbeiten das Wesentliche nun einmal in den Einzelheiten liegt. Gelegentlich aber, wenn er allgemein verständliche Probleme durchforscht oder gar hübsche Experimente durchprobiert hatte, war er gerne bereit, in der Basler Naturforschenden Gesellschaft zu demonstrieren. Ich erinnere mich mit Freude, wie er über den geschmolzenen Quarz vortrug und wie er die delikaten Experimente mit den Seifenlamellen im grossen Saal des Bernoullianums vor der Naturforschenden Gesellschaft mustergültig vorführte.

Seine Erfahrungen in der Metrologie und den Präzisionsmessungen überhaupt hat *Chappuis* nach seiner Rückkehr nach Basel auch seinem Vaterlande zur Verfügung gestellt, indem er eine Wahl in den Vorstand des schweizerischen Amtes für Mass und Gewicht in Bern annahm und dabei nicht nur regelmässig die Sitzungen in Bern mitmachte, sondern auch öfters die experimentellen Arbeiten mit Rat und Tat unterstützte.

Obwohl ich nur über seine wissenschaftlichen Leistungen und seine Beziehungen zur Naturforschenden Gesellschaft berichten wollte, so kann ich doch nicht schliessen, ohne über *Chappuis* als unsern Freund und über seine Eigenschaften als Mensch ein paar Worte anzufügen.

Sein wissenschaftlich physikalisches Interesse, seine Stellung als Präsident der Bernoullianumskommission, sein Interesse an den Arbeiten der geodätischen Kommission und seine Oberleitung der astronomisch-meteorologischen Anstalt seit dem Rücktritt seines Freundes führten ihn häufig zu uns ins Bernoullianum. Im wesentlichen waren es immer wissenschaftliche Motive, aber bei diesen Besprechungen ist man ihm Freund geworden, denn seine Offenheit, sein freundliches Wesen, seine gerechte und klare Art zu kritisieren, wobei auch gelegentlich ein harmloses witziges Wort fiel, seine Bereitwilligkeit, in jeder Hinsicht zu helfen, sorgten dafür, dass man ihn, trotz seinem etwas zurückgezogenen Wesen, besser kannte wie manchen Andern und ihn schätzen musste. Sein einfaches schlichtes Wesen lässt es aber nicht zu, dass man in überschwänglichen Worten seiner gedenkt. Er war eine bescheidene Natur.

Über die jetzige Zeit hat er sich manche schwere Gedanken gemacht. Am allermeisten widerstrebte ihm der Gedanke der Nationalisierung der Wissenschaft, der heute wieder von gewissen Kreisen der kriegführenden Staaten laut ausgesprochen wird. In seiner politischen Gesinnung war er ein guter Schweizer, nicht in lauten Worten, aber in seinem Herzen und seinen Taten.

Ein getreuer Forscher und ein lieber Freund ist geschieden.

Manuskript eingegangen 22. März 1916.

Publikationen von Dr. P. E. Chappuis.

1. Über die Verdichtung der Gase auf Glasoberflächen. Ann. d. Phys. **8,** p. 1—28. 1879.
2. Über die Absorption der Kohlensäure durch Holzkohle und deren Abhängigkeit von Druck und Temperatur. Wied. Ann. d. Phys. **12,** p. 1—180. 1881.
3. Über die Wärmeerzeugung bei der Absorption der Gase durch feste Körper und Flüssigkeiten. Wied. Ann. d. Phys. **19,** p. 21—38. 1883.
4. Études sur le thermomètre à gaz et comparaison du thermomètre à mercure avec le thermomètre à gaz. Trav. et mém. du bureau intern. des poids et mesures. **6,** p. 1—125. 1888.
5. Projet relatif aux comparaisons des thermomètres à mercure avec le thermomètre à gaz aux températures élevées. Comité intern. des poids et mesures. Procès-verbaux des séances. p. 66—67. 1889.
6. Mit L. Cailletet, M. Stuhl, L. Grunmach, E. Rimbach: Über Thermometer. Ztschr. für anal. Chemie. **29,** p. 436—440.
   Bestimmungen für die Prüfung von Thermometern bei der Grossherzogl. Sächs. Prüfungsanstalt für Thermometer zu Ilmenau. Exner's Rep. **26,** p. 171—174. 1895.
7. Projet de comparaison des thermomètres aux températures basses. Comité intern. des poids et mesures. Procès-verbaux. p. 64—66. 1889.
8. Sur les thermomètres à températures basses. Arch. sc. phys. et nat. (2) **28,** p. 293—301. 1892.
9. Bestimmung der Ausdehnung des Wassers zwischen 0⁰ und 40⁰. Ann. d. Phys. **63,** p. 202—208. 1897.
10. Mit J. A. Harker. Études thermométriques. Comité intern. des poids et mesures. Procès-verbaux. p. 157—160. 1899.
11. A comparison of platinum and gas thermom., including a determ. of the boiling point of sulphur on the introgen scale. Proc. Roy. Soc. **65,** p. 327—329. 1898.
12. L'échelle thermométrique normale et les échelles pratiques pour la mesure des températures. Rapp. du Congr. intern. de phys. **1,** p 131—147. 1900.
13. Notes on gas-thermometry. Phil. Mag. (5) **50,** p. 433—442. 1900.
14. Comparaison entre le thermomètre à résistance de platine et le thermomètre à azote. Soc. franç. de phys. **151,** p. 1—2. 1900.
15. Mit J. A. Harker: A comp. of platin. and gas therm. includ. a determ. of the boiling-point of sulphur on the nitrogen scale. Phil. Trans. Roy. Soc. London. (A) **194,** p. 37—134. 1900.
16. Notes on gas-thermometry. Chem. News. **84,** p. 267. 1901.
17. Note relative au rapport sur l'échelle normale des températures. Congr. intern. de phys. **4,** p. 128. 1901.
18. Mit J. A. Harker: Compar. du thermom. à résist. de platine avec le thermom. à gaz, et déterm. du point d'ébull. du soufre. Journ. de phys. (3) **10,** p. 20—28. 1901.
19. Notes on gas-thermometry. Phil. Mag. (6) **3,** p. 243—247. 1902.
20. Dalton, Gay-Lussac, Regnault: The Expansion of gases by heat. Harper Scientific Memoirs New York and London. **XIV.**
21. Nouvelles études sur le thermomètre à gaz. Trav. et mém. du bureau intern. des poids et mesures. **13,** p. 1—66. 1903.

22. Über einige Eigenschaften des geschmolzenen Quarzes. Verh d. Naturf. Ges. Basel. **16,** p. 173—183. 1903.
23. Dilatation du mercure. Trav. et mém. du bureau intern. des poids et mesures. **13,** p. 1—31. 1903.
24. Détermination de la dilatation du mercure. Journ. de phys. (4) **4,** p. 12—17. 1905.
25. Nouvelles déterminations de la valeur du litre. Arch. sc. phys. et nat. (4) **22,** p. 259—261. 1906.
26. Détermination du volume du kilogramme d'eau. Trav. et mém. du bureau intern. des poids et mesures. **14,** p. 1—163, 1907.
27. Dilatation de l'eau. Trav. et mém. du bureau intern. des poids et mesures. **13,** p. 1—40. 1907.
28. Sur l'influence de l'air dissous sur la densité de l'eau. Arch. sc. phys. et nat. (4) **28,** p. 356–357. 1909.
29. Étude de l'influence de l'air dissous sur la densité de l'eau. Trav. et mém. du bureau intern. des poids et mesures. **14,** p. 1—63. 1910.
30. Sur une nouvelle mire de précision en invar. C. R. séance de la soc. suisse de phys. à Altdorf. 1912.
31. Une nouvelle détermination du point d'ébullition du soufre. Arch. sc. phys. et nat. (4) **35,** p. 386—388. 1913.
32. Sur la dilatation du mercure. Arch. sc. phys. et nat. (4) **37,** p. 258—260, 1914.
33. Détermination de la température d'ébullition du soufre. Trav. et mém. du bureau intern. des poids et mesures. **16,** p. 1—44. 1914.

Über einen Ovibosfund aus dem späten Pleistocän des schweizerischen Mittellandes.

Mit 4 Figuren.

Von

H. G. Stehlin.

Der Moschusochse (Ovibos moschatus Zimm.), welcher heute nur noch in Grönland und auf den Inseln und Halbinseln nordwestlich der Hudsonsbai[1]) vorkommt, hat bis in nicht allzuferne Vergangenheit auch den Nordrand der alten Welt bewohnt und während des Zyklus der letzten Glazialzeit seine südliche Verbreitungsgrenze weit in das mittlere Europa vorgeschoben. Nach den Daten, welche wir seit längerer Zeit über seine einstige Verbreitung in Süddeutschland und Frankreich besitzen,[2]) konnte mit einiger Bestimmtheit angenommen werden, er habe damals auch den Boden der Schweiz betreten. Allein der einzige direkte Beleg für seine einstige Gegenwart in unserem Lande war bis vor wenigen Jahren jene oft abgebildete und viel besprochene Skulptur eines Moschusochsenkopfes aus Renntierhorn, welche durch die erste Ausgrabung in der Thainger Höhle zutage gefördert worden ist; und dieser einzige Beleg war unzulänglich.

---

[1]) Vergl. *J. A. Allen,* Ontogenetic and other variations in Muskoxen, with a systematic Review of the Muskox group, recent and extinct. Mem. Ann. Mus. Nat. Hist. I, 4 1913, eine reichdokumentierte Monographie, die namentlich auch über die Verbreitung des rezenten Moschusochsen erschöpfende Auskunft gibt.

[2]) Eine sehr verdienstliche Übersicht über die Ovibosfunde in Deutschland, unter Beigabe der Literaturnachweise, hat W. Staudinger, Praeovibos priscus n. gen. n. spec. etc. Centralblatt f. Mineralogie etc. 1908 p. 481 ff. geliefert. Die paläontologischen Daten für Sibirien, Russland, Oesterreich, Frankreich, England nebst einigen Nachträgen zum Staudinger'schen Verzeichnis findet man zusammengestellt bei *R. Kowarzik,* Der Moschusochs im Diluvium von Europa und Asien. Verh. d. Naturf. Vereines in Brünn XLVII, 1908 (1909) p. 44 ff. — Nachzutragen wäre: *E. Harlé,* Un crâne de bœuf musqué des Eyzies (Dordogne). Bull. soc. géol. de France (4) I p. 455, 1901 III, sowie die schweizerischen Fundberichte.

Die Zweifel an der Ächtheit des kleinen Kunstwerkes, welche seinerzeit geäussert worden sind, vermochten allerdings einer sorgfältigen Kritik nicht standzuhalten. Auch der Verdacht, der Künstler habe gar nicht einen Moschusochsen, sondern einen Bison darstellen wollen, er habe die Hörner bloss aus praktischen Rücksichten nach unten gebogen dargestellt, scheint mir unberechtigt; denn einmal hätte es bei der Darstellung eines Bisons viel näher gelegen, die Hörner, wenn sie nicht vorstehen sollten, auf den mächtigen Haarschopf zu projizieren, welcher sich auf Stirn und Nacken dieses Tieres erhebt; namentlich aber wäre bei einer Umformung des Bisonkopfes in gedachtem Sinne gewiss nicht die frappante Ähnlichkeit mit dem Moschusochsen zustande gekommen, welche die Thainger Skulptur auszeichnet. Dagegen ist nicht zu bestreiten, dass solche Kunstwerke in prähistorischer Zeit so gut wie heute auf weite Strecken hin von Hand zu Hand wandern konnten und dass der Ort, wo sie entstanden sind, sehr wohl ein andrer sein kann als der, wo wir sie finden.

Es war daher eine wichtige Ergänzung unseres Wissens um die schweizerische Pleistocänfauna, als Herr Prof. *Hescheler* im Jahre 1906 das einstige Vorkommen des Moschusochsen in unserem Lande durch zwei Knochenfunde belegen konnte.

Das eine dieser Dokumente war ein fünfter Halswirbel, gefunden in einer Kiesgrube „beim Jacob“ unmittelbar südöstlich der Stadt Konstanz, also auf badischem Boden, aber so nahe der Landesgrenze, dass dem Funde auch für die Schweiz Beweiskraft beigemessen werden darf.³) Bei der ausgesprochenen Eigenart der Wirbelsäule von Ovibos konnte über die Deutung dieses Fundstückes nicht der geringste Zweifel bestehen.

Das andere Dokument war eine Phalanx I, die bei der dritten Ausgrabung in der Thainger Höhle zum Vorschein gekommen ist.⁴) Die Eigentümlichkeiten dieses Knochens sind weniger augenfällig als die des vorigen, aber immerhin so ausgeprägt, dass, wie ich mit Herrn *Hescheler* glaube, die Bestimmung Ovibos auch in diesem Falle als sichergestellt gelten darf.

Durch diese Funde von Konstanz und Thaingen war somit erwiesen, dass der Moschusochse sich wenigstens bis an den Rhein ausgebreitet hat. Noch immer blieb indessen die Frage offen, ob er auch bis in das schweizerische Mittelland zwischen Alpen und Jura vorgedrungen ist.

---

³) *K. Hescheler,* Reste von Ovibos moschatus Zimm. aus der Gegend des Bodensees. Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich. 52. 1907.

⁴) *K. Hescheler,* Die Tierreste im Kesslerloch bei Thaingen. Neue Denkschriften der Schweiz. Naturf. Ges. XLIII, 1907.

Dank dem Eifer, mit welchem die Herren Drs. *Christen* sen. und *Stingelin* in Olten die Ausbeutungen in der Umgebung ihres Wohnortes überwachen, ist nun auch diese Lücke in unseren Kenntnissen ausgefüllt. Im September 1911 ist in der grossen Kiesgrube bei *Olten-Hammer* ein Atlas gefunden worden, dessen aberrante Modellierung mir bei einer flüchtigen Besichtigung im letzten Sommer sofort die Vermutung nahe legte, er rühre vom Moschusochsen her. In Basel vorgenommene Vergleichungen, zunächst mit dem Occiput eines rezenten männlichen Schädels unserer Sammlung, dann mit einem rezenten Atlas aus der Zürcher Sammlung, durch dessen Mitteilung mich Herr Professor *Hescheler* zu grossem Dank verpflichtet hat, stellten dann die Richtigkeit des ersten Eindruckes ausser Zweifel.

Unsere Figuren 1—4 geben das interessante Fundstück, welches Eigentum des Oltner Museums ist, in Vorder-, Hinter-, Unten- und Obenansicht wieder. Der Erhaltungszustand ist der etwas delikate, den Knochen aus unseren Schotterterrassen gewöhnlich zeigen. Die beiden Flügel sind hinten, der rechte auch vorn beschädigt. Im übrigen ist die Oberfläche etwas abgerollt, aber nur in so mässigem Grade, dass alle charakteristischen Strukturdetails noch deutlich hervortreten.

Der Atlas von Ovibos ist von den Atlanten aller andern Säugetiere von ähnlicher Grösse durch eine Reihe scharf ausgeprägter Eigentümlichkeiten ausgezeichnet. Vergleichen wir ihn mit dem Bovidenatlas, mit dem er wenigstens in den allgemeinsten Umrissen eine gewisse Ähnlichkeit hat, so springen vor allem folgende Abweichungen in die Augen:

Der untere Bogen ist noch kräftiger entwickelt.

Der Abstand zwischen den Flügelgruben ist bedeutend grösser.

Die Flügel springen dagegen erheblich weniger nach seitwärts vor; sie entwickeln auch hinten aussen einen viel schwächeren Fortsatz.

Die Occipitalgelenkfläche ist in ihrer vertikalen, an den Medullarkanal anstossenden Partie, welche den Condylus aufnimmt, weniger konkav und besitzt zwei winklig von ihr abgeknickte Nebenfacetten; eine untere, welche auch bei Bos vorhanden, aber dort weniger individualisiert ist, und eine äussere, welche dem Genus Bos völlig fremd ist. Die drei Facetten stossen in einem eigentümlichen Höcker zusammen. Diese aberrante Einrichtung ist durch die für Ovibos sehr charakteristische, merkwürdig tief eingesenkte Lage der Occipitalcondyli bedingt.

Der obere Bogen ist schwächer gewölbt, der Medullarkanal entsprechend deprimiert.

Vom Boden des letztern erheben sich zwei mächtige Ligamenthöcker, welche bei Bos kaum angedeutet sind.

Auf der Aussenseite des oberen Bogens gliedert sich scharf ein dreieckiges, mit der Spitze nach hinten orientiertes Feld aus, das wohl zum Ansatz der M. recti capitis minores dient.

Der Hinterrand des oberen Bogens ist in der Mitte nur schwach eingeschnitten.

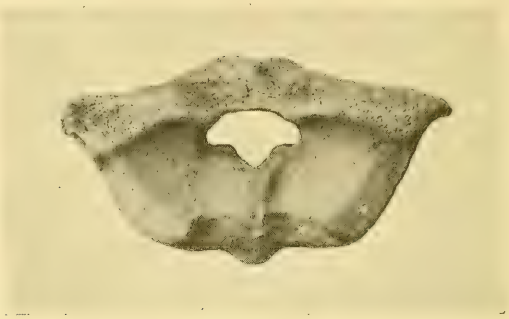


Fig. 1.

Figur 1. Atlas von Ovibos moschatus Zimm. Von Olten-Hammer, von vorn, 1/3.

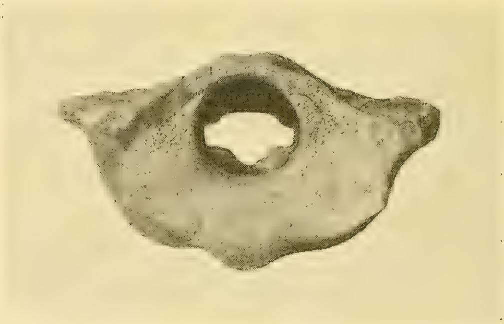


Fig. 2.

Figur 2. Derselbe von hinten.

In allen diesen Spezialitäten, wie auch in den Dimensionen, stimmt der fossile Wirbel von Olten-Hammer vortrefflich mit dem mir vorliegenden rezenten überein. Nur in der Detailmodellierung zeigt er einige Differenzen: Der Höcker, in welchem die Condylargelenkfläche mit ihren beiden Nebenfacetten (x^1 und x, Figur 1) zusammentrifft, ist präziser und sauberer modelliert; der Ligamentansatz (Verstärkung des Ligamentum capsulare?), welcher vom

Rande des Medullarkanals in die Condylarfacette einspringt, ist weniger ausgebreitet, aber tiefer eingesenkt (Figur 1); die Spitze des erwähnten dreieckigen Feldes auf dem oberen Bogen reicht bis an den Hinterrand (Figur 4) anstatt bis zu einem anderthalb Zentimeter vor demselben gelegenen Punkte; der Höcker für die Longi colli auf dem unteren Bogen ist kräftiger entwickelt (Figur 2) und bewirkt eine Ausbauchung in der Epistropheusfläche (Figur 3),

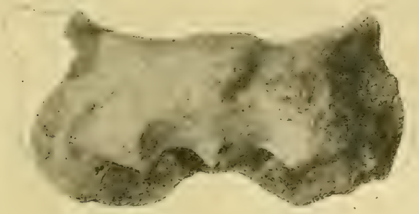


Fig. 3.

Figur 3 Derselbe von unten.

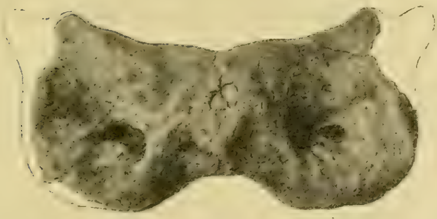


Fig. 4.

Figur 4. Derselbe von oben.

welche am rezenten Wirbel dort ganz eben ist; die seitlichen Ränder der Epistropheusfläche biegen sich etwas mehr nach hinten (Figur 3); der Kanal der Arteria vertebralis etc. ist an seinem Eingang auf der Unterseite enger, weniger trichterförmig erweitert (Figur 3); seine beiden Öffnungen auf der Oberseite liegen weiter auseinander (Figur 4) u. s. f.

Ich habe keine Erfahrungen in bezug auf die Variabilität des

Atlasses beim rezenten Ovibos moschatus, glaube aber nicht, dass diese geringfügigen Differenzen ausserhalb des Bereiches derselben liegen. —

Die Terrasse von Olten-Hammer, welche dieses Fundstück geliefert hat, ist eine Niederterrasse der Aare, deren Wasser sich zu der Zeit, da der Rhonegletscher die Moränen von Wangen a/d. Aare aufschüttete, ganz oder teilweise durch die heute von der Dünnern durchflossene Synclinale zwischen Born und Jura ergossen haben. Sie gehört also dem Maximum der letzten Vergletscherung im Sinne des Penk-Brücknerschen Systems an, dem ältesten Rückzugsstadium dieser Vergletscherung im Sinne einiger neuerer Autoren. Die paläolithische Station von Thaingen ist zweifellos jünger. Sie wird von Penk in die sogenannte Achenschwankung gestellt. Ungefähr derselben Phase soll nach den ortskundigen Glazialgeologen auch die Fundstelle bei Konstanz angehören.[5])

Die Begleitfauna des Moschusochsen ist in Olten-Hammer die folgende: Capra Ibex, Rangifer tarandus, Cervus cfr. canadensis, Bos primigenius (vielleicht auch Bison priscus), Equus caballus, Equus cfr. hemionus, Rhinoceros tichorhinus, Elephas primigenius, Felis cfr. spelaea.[6]) Es sind dieselben Tiergestalten, in deren Gesellschaft er auch in Thaingen gefunden worden ist. Bei Konstanz sind davon, nach *Hescheler,* bloss Equus caballus und Elephas primigenius nachgewiesen.

Von den noch lebenden unter diesen Formen betritt heute nur das Renntier das Wohngebiet des Moschusochsen, die Tundra; von den ausgestorbenen scheinen Mammut und wollhaariges Rhinoceros ähnlichen klimatischen Verhältnissen getrotzt zu haben. Der Steinbock, der Hirsch, der Wisent, der Ur, das Pferd, der Steppenesel, der Löwe weisen auf eine andre Umgebung und wiederum nicht alle auf die nämliche. Allein die Fundumstände in Thaingen sowohl als in Olten-Hammer bürgen durchaus nicht dafür, dass alle diese Tiere dasselbe Revier bewohnt und dass sie gerade da gewohnt haben, wo wir ihre Spuren finden. Der Jäger von Thaingen kann gelegentlich einen Streifzug in entlegenere Gegenden unternommen haben. Andererseits ist es eine bekannte Tatsache, dass Leichen von den Flüssen auf weite Strecken transportiert werden, bevor sie zerfallen. Und dann treten die einzelnen Knochen oft wieder als Geschiebe und Gerölle eine weitere Reise an, bevor sie endgiltig in Kies und Sand eingebettet werden. Diejenigen, welche wir unseren pleistocänen Schottern entheben, tragen immer sehr deutliche Spuren solchen Transportes an sich.

---

[5]) *Hescheler* l. c.

[6]) Ich gedenke an anderem Orte näheres über die im Museum von Olten aufbewahrten Materialien, auf welchen diese Liste beruht, mitzuteilen.

Es kann also sehr wohl sein, dass der Moschusochse längs der alpinen Gletscherfront seine Tundra hatte, und auch beim Rückzug der Gletscher noch eine Zeitlang behauptete, während das Vorland einen je nach den lokalen Umständen etwas wechselnden Vegetationscharakter annahm, so dass es sowohl für Steppentiere wie die Equiden, als für Wald- und Parktiere wie der Hirsch, und für Gebirgstiere wie der Steinbock bewohnbar war.

Manuskript eingegangen 20. März 1916.

Untersuchung einer Riefler'schen Pendeluhr

mittels einer Vorrichtung zur automatischen Registrierung der Änderungen des Schwingungsbogens.

Mit 1 Tafel.

Von

Th. Niethammer.

Die Schwingungszeit eines frei schwingenden Pendels kann mittels der Sterneck'schen Koïnzidenzmethode mit so grosser Genauigkeit durch eine gegebene Uhrsekunde ausgedrückt werden, dass aus den Änderungen der Schwingungszeit, die bei wiederholten Beobachtungen auftreten, die ihnen entsprechenden Schwankungen der Uhrsekunde abgeleitet werden können mit einer Genauigkeit, die den entsprechenden momentanen, täglichen Gang nur um $\pm 0^{s}_{,}02$ bis $\pm 0^{s}_{,}03$ unsicher erscheinen lässt. Bei Gelegenheit der Kontrollmessungen der Schwingungszeiten von invariabeln Pendeln zum Zwecke relativer Schwerebestimmungen liess sich feststellen, dass die durch die Änderungen der beobachteten Schwingungszeiten angezeigten Schwankungen der Uhrsekunde begleitet waren von Änderungen des Schwingungsbogens. Diese Beobachtung legte den Gedanken nahe, eine Vorrichtung zu konstruieren, welche die Änderungen des Schwingungsbogens automatisch registriert, und mit deren Hilfe den momentanen Gang der Uhr zu bestimmen.

I. Die Vorrichtung, die ich zu diesem Zwecke konstruiert habe, lässt sich folgendermassen beschreiben. Am untersten Ende der Pendelstange wird ein kurzer Querarm angebracht; an diesem sind symmetrisch zur Pendelaxe zwei kleine Spiegel befestigt, deren spiegelnde Fläche nach unten gerichtet ist. Die Distanz von Spiegelmitte zu Spiegelmitte ist ungefähr gleich der Länge des linear gemessenen Schwingungsbogens, sodass sich die beiden Spiegel abwechselnd in den Umkehrpunkten des schwingenden Pendels in der Vertikalen durch die Schwingungsaxe befinden. Unterhalb des Uhrkastens, dessen Boden eine kleine Öffnung besitzt, ist eine Linse von grosser Brennweite fest aufgestellt so, dass ihre optische Axe mit der Vertikalen durch die Schwingungsaxe zusammenfällt; in ihrem Brennpunkt steht eine punktförmige Lichtquelle. Die Strahlen dieser

Lichtquelle treten aus der Linse parallel nach oben aus, werden abwechselnd von den beiden Spiegeln reflektiert, und die zurückgeworfenen Strahlen werden durch die Linse wieder zu einem Bildpunkte vereinigt. Bei passender Stellung der beiden Spiegel, die durch Stellschrauben gerichtet werden können, bewegen sich die beiden Bildpunkte von aussen gegen die Symmetrieaxe des ganzen Systems und kehren in deren Nähe um. Ist der Winkel zwischen den Spiegeln konstant, so ist die Änderung der Distanz, bis zu welcher die beiden Bildpunkte sich nähern, den Änderungen des Schwingungsbogens proportional. Der Proportionalitäts- oder Vergrösserungsfaktor ist, wenn L die Brennweite der Linse und l den Abstand der Spiegel von der Schwingungsaxe des Pendels bezeichnet, gleich $2\,\frac{L}{l}$. Stellt man die Lichtquelle etwas vor die Symmetrieaxe des Systems, so fallen die beiden Bildpunkte ebensoweit dahinter, und es ist dann möglich, das zurückkehrende Strahlenbündel mittels eines fest aufgestellten Prismas horizontal nach der Seite herauszunehmen, sodass sich die beiden Bildpunkte in einer vertikalen Ebene bewegen. Stellt man da eine Registriertrommel auf, die mit lichtempfindlichem Papier bespannt ist, so werden darauf die Umkehrstellen der beiden Bildpunkte aufgezeichnet; sie setzen sich infolge der Drehung der Trommel zu einer kontinuierlichen Kurve zusammen.

Mittels dieser Vorrichtung sind die Änderungen des Schwingungsbogens einer Riefler'schen Präzisionsuhr, die Eigentum der Schweizerischen Geodätischen Kommission ist, registriert worden. Die Uhr ist mit einem gegen Temperaturänderungen kompensierten Nickelstahlpendel ausgerüstet; sie besitzt ferner das freie Riefler'sche Echappement und ist mit dem elektromagnetischen Gewichtsaufzug versehen. Eine Kompensation gegen den Einfluss der Luftdruckänderungen ist nicht angebracht.

Als punktförmige Lichtquelle diente anfangs eine durch eine Nernstlampe beleuchtete, kleine kreisrunde Öffnung; bei täglicher Umdrehung der Registriertrommel betrug der Durchmesser der Öffnung 0,25 mm, bei wöchentlicher Umdrehung ca 0,15 mm. Später wurde die punktförmige Lichtquelle hergestellt durch zwei senkrecht zu einanderstehende Spalten, von denen die eine unmittelbar über der Lichtquelle, einer Halbwattlampe, und die andere unmittelbar vor der Registriertrommel angebracht war. Der Vergrösserungsfaktor beträgt für die angewandte Linse 6,1.

Auf der Tafel IX sind vier typische Beispiele aufgenommener Amplitudenkurven reproduziert; der Charakter der Kurven blieb sich gleich, solange an der Uhr oder ihrer Aufstellung nichts geändert wurde.

Die Amplitudenkurven vom Charakter der Figur 1 wurden erhalten unmittelbar, nachdem der Spiegelträger am Pendel war angebracht worden. Wie ersichtlich, weist der Schwingungsbogen in diesem Zustande der Uhr sinusförmige Änderungen auf, deren Periode ca 25 ^{m} beträgt. Die Amplitude der Periode ist aber nicht konstant, sondern wird selbst periodisch gleich Null im Intervall von ca 10^{h}, d.h. es sieht so aus, als ob man es mit einer sogenannten „Schwebung", der Übereinanderlagerung zweier sinusförmiger Schwingungen von nahezu gleicher Periode zu tun habe. Bemerkenswert ist aber, dass die Dauer der Schwebung nicht konstant ist, sondern zwischen ca 9^{h} und 11^{h} variiert. Der Charakter dieser periodischen Änderungen des Schwingungsbogens hat sich während mehr als drei Wochen durchaus nicht geändert.

Da durch das Anbringen des Spiegelträgers am Uhrpendel der Gang der Uhr gross geworden war, wurde die Uhr angehalten, das Pendel ausgehängt, und nachdem durch Verstellen der Linse der Gang korrigiert war, die Uhr wieder in Bewegung gesetzt. Dieser Operation wird die Uhr, die als Transportuhr bei relativen Schwerebestimmungen benützt wird, häufig unterworfen. Die Figur 2 gibt den Charakter der Änderungen des Schwingungsbogens wieder, welche die Uhr nach diesem Eingriff aufwies; sie erfolgten nun in ungefähr achtstündiger Periode. Die Änderung des Charakters der Amplitudenkurven ist jedenfalls nicht auf die Verstellung der Linse zurückzuführen, sondern darauf, dass durch den Eingriff das Uhrwerk in einen andern Zustand versetzt wurde. Da kein Rad des Uhrwerkes eine achtstündige Umdrehungszeit besitzt, wird man geneigt sein, die Ursache der Veränderlichkeit im Stundenrade, das 24-stündige Umdrehungszeit hat, zu vermuten und die Annahme zu machen, dass in der Fourier'schen Entwicklung, die man zur Darstellung der durch dieses Rad erzeugten Unregelmässigkeit ansetzen kann, das Glied $\sin 3x$ einen vorherrschenden Einfluss habe. Die Phase dieser achtstündigen Periode bleibt aber im Verlaufe mehrerer Tage nicht konstant, sondern verschiebt sich etwas hin und her, sodass die Dauer der Periode zwischen 6 und 10 Stunden schwankt. Es gibt hiefür nur eine plausible Erklärung; sie besteht in der Annahme, dass die Änderungen des Schwingungsbogens, die wir auf einen im Uhrwerk vorhandenen, variabeln Widerstand zurückführen müssen, nicht durch Ungleichheiten der Zahnräder und Triebe verursacht seien, sondern durch einen veränderlichen Widerstand, den die Zapfen der Axen in den Lagern erfahren. Da die Zapfen in der Axrichtung ein kleines, seitliches Spiel haben, kann sich der Druck auf die Axen ändern, wenn durch die Bewegung der Räder die Zapfen in den Lagern seitlich hin- und hergeschoben werden.

Die Wahrscheinlichkeit dieser Erklärung wird erhöht durch die Amplitudenkurven, die in einem dritten Zustande der Uhr (Fig. 3) erhalten wurden. In diesen wurde die Uhr dadurch übergeführt, dass, nachdem das Pendel ausgehängt war, das Uhrwerk von seiner Befestigung gelöst und wieder neu befestigt wurde, indem durch sorgfältiges Anziehen der Befestigungsschrauben gesucht wurde zu vermeiden, dass Spannungen in den Wänden des Uhrwerkes entstehen. Durch diesen Eingriff wird an der gegenseitigen Stellung der Zahnräder nichts wesentliches geändert, dagegen kann die gegenseitige Lage der Wände des Uhrwerkes etwas verschoben werden. Die Wirkung dieser Behandlung war, wie Fig. 3 zeigt, dass statt der 8-stündigen Periode eine 24-stündige auftrat, die sich mit grosser Regelmässigkeit wiederholte. Auf Grund einer harmonischen Analyse lassen sich diese Amplitudenkurven zusammensetzen aus einer Sinusfunktion von 24-stündiger Periode und einer solchen von 12-stündiger Periode; die Amplitude des 24-stündigen Gliedes beträgt durchschnittlich 7,3 mm, die des 12-stündigen 0,4 mm in den registrierten Kurven.

Aus der Schlussfolgerung, dass die Ursache der Veränderlichkeit des Schwingungsbogens nicht in Ungleichheiten der Zahnräder und Triebe, sondern in einem veränderlichen Axenwiderstande zu suchen sei, folgt nicht, dass bei beispielsweise 24-stündiger Periode die Axe des Stundenrades als Sitz des veränderlichen Druckes anzusehen sei; denn es kann die Axe irgend eines Rades in dieser Periode hin- und hergeschoben werden und damit eine entsprechende Veränderlichkeit des Schwingungsbogens veranlassen. Das konnte direkt durch folgenden Versuch gezeigt werden. Eine zweite Riefleruhr, die genau gleich gebaut ist wie die zuerst untersuchte, wies nach Anbringung des Spiegelträgers eine Veränderlichkeit des Schwingungsbogens von 6-stündiger Periode auf, die nur geringe Phasenverschiebungen zeigte. Da kein Rad eine 6-stündige Umdrehungszeit besitzt, wird man geneigt sein, auch hier die Ursache im Stundenrad zu vermuten. Es wurde deshalb das Stundenrad entfernt, ohne die Uhr anzuhalten oder die Aufstellung der Uhr irgendwie zu verändern. Die Erwartung, dass damit die 6-stündige Periode verschwinden werde, bestätigte sich aber nicht; diese blieb nach wie vor in gleicher Stärke bestehen. Da das nächste Rad, das Zwischenrad, eine Umdrehungszeit von 3 Stunden hat, ist es nicht ganz unwahrscheinlich, anzunehmen, dass dieses die 6-stündige Periode veranlasse, und dass mit seiner Entfernung die Veränderlichkeit des Schwingungsbogens verschwinden werde. Es bleiben dann noch drei Räder des Uhrwerkes bestehen: das Minutenrad mit einstündiger Umdrehungszeit, das Mittelrad, an welchem das treibende Gewicht angreift, mit einer

Periode von $7^1/_2$ Minuten, und das Gangrad mit einer Periode von 1 Minute. Figur 4 gibt die Änderungen des Schwingungsbogens wieder, die bei diesem Versuche erhalten wurden: im Zeitpunkte a wurde das Zwischenrad entfernt und im Zeitpunkte b wieder eingesetzt. Wie ersichtlich, blieb die 6-stündige Periode auch hier bestehen, trotzdem die grösste Umdrehungszeit nur noch 1 Stunde beträgt. Diese merkwürdige Tatsache kann wohl nur dadurch zustande kommen, dass eine der noch vorhandenen Axen durch irgendwelche Ursachen in 6-stündiger Periode hin- und hergeschoben wird; sie bildet aber, wie man sich die Erklärung auch denken möge, eine Bestätigung der Auffassung, dass die Ursache der Veränderlichkeit des Schwingungsbogens nicht in Ungleichheiten der Zahnräder und Triebe zu suchen sei, da diese streng periodisch mit den Umdrehungszeiten der Räder wirken müssten.

Es ist hiernach auch ganz unwahrscheinlich, dass die im ersten Zustande der Uhr (Fig. 1) erhaltenen Amplitudenkurven aufzufassen seien als wirkliche Schwebungen, die aus der Übereinanderlagerung zweier Schwingungen von nahezu derselben Dauer entstehen; man wird auch hier zur Erklärung eher an Verhältnisse denken, die ähnlich denjenigen sind, die zur Erklärung des beschriebenen Versuches angenommen wurden.

Wie ein ungleicher Druck auf die Axe sich im Schwingungsbogen äussert, kann leicht dadurch nachgewiesen werden, dass man den Minutenzeiger wegnimmt, ohne das ihn ausbalanzierende Gegengewicht zu entfernen, und ihn, um die Wirkung zu verstärken, um 180^0 verkehrt einsetzt. Es wird dadurch, wie der Versuch zeigte und a priori zu erwarten ist, eine mit der Umdrehungszeit des Minutenrades genau parallel verlaufende Veränderlichkeit des Schwingungsbogens erzeugt.

II. Der momentane Gang der Uhr ist, während die Amplitudenkurven der Figuren 1, 2 und 3 aufgenommen wurden, kontrolliert worden durch die Bestimmung der Schwingungszeit eines frei schwingenden, invariabeln Pendels. Da für die Abhängigkeit der Uhrsekunde von den Änderungen des Schwingungsbogens und des Luftdruckes lineare Proportionalität angenommen werden darf, wird der momentane, tägliche Gang der Uhr beim Schwingungsbogen A und beim Luftdruck B dargestellt durch den Ausdruck

$$u = u_0 + (A - A_0)\,\alpha + (B - B_0)\,\beta \tag{1}$$

wo u_0 der Gang der Uhr bei einem mittleren Schwingungsbogen A_0 und einem mittleren Luftdruck B_0 ist. Entsprechend kann für die beobachteten Schwingungszeiten S des invariabeln Pendels angesetzt werden:

$$S = S_0 + (A - A_0)\,x + (B - B_0)\,y \qquad (2)$$

wo zwischen α und x, sowie zwischen β und y die Beziehung besteht:

$$\alpha = -\frac{86400}{S}\,x = -\frac{x}{58{,}8} \cdot 10^7 \qquad (3\,a)$$

$$\beta = -\frac{86400}{S}\,y = -\frac{y}{58{,}8} \cdot 10^7 \qquad (3\,b)$$

Die Ausgleichung der beobachteten Schwingungszeiten S ergibt für die drei Perioden, denen die Amplitudenkurven der Figuren 1, 2 und 3 entsprechen, die nachstehend angegebenen Werte für den mittleren Fehler der Gewichtseinheit und die Unbekannten x und y; n ist gleich der Zahl der Fehlergleichungen der einzelnen Ausgleichung.

Periode	n	m.F.d. Gewichtes 1.	x	m. F.	y	m. F.	α	m F.	β	m. F.	β'
1915		10^{-7}	10^{-7}		10^{-7}						
1. März 1–23 . .	19	$\pm 1^{s}{,}7$	$-0^{s}{,}90$	$\pm 0^{s}{,}24$	$-0^{s}{,}67$	$\pm 0{,}10$	$+0^{s}{,}015$	$\pm 0{,}004$	$+0^{s}{,}011$	$\pm 0{,}002$	$+0^{s}{,}007$
2. März 26–April 7	14	$\pm 3{,}2$	$-1{,}52$	$\pm 0{,}20$	$-0{,}77$	$\pm 0{,}17$	$+0{,}026$	$\pm 0{,}003$	$+0{,}013$	$\pm 0{,}003$	$+0{,}005$
3. April 13–20 .	55	$\pm 2{,}7$	$-1{,}76$	$\pm 0{,}11$	$-0{,}71$	$\pm 0{,}13$	$+0{,}030$	$\pm 0{,}002$	$+0{,}012$	$\pm 0{,}002$	$+0{,}003$

Die Genauigkeit, mit welcher der momentane Gang der Uhr durch den Ausdruck (1) dargestellt wird, ist nach dem mittleren Fehler der Gewichtseinheit zu beurteilen. Berücksichtigt man, dass den Werten von S ein Beobachtungsfehler von ca $\pm 2^{s}{.}10^{-7}$ anhaftet, so folgt, dass in der ersten Periode der momentane Gang der Uhr restlos durch die Änderungen des Schwingungsbogens und des Luftdruckes ausgedrückt wird, und dass in der zweiten und dritten Periode die Schwingungszeiten infolge unregelmässiger Gangschwankungen, denen nicht parallel laufende Änderungen des Schwingungsbogens und des Luftdruckes entsprechen, um

$$\pm\sqrt{3{,}2^2 - 2^2} = \pm 2^{s}{,}4 \cdot 10^{-7} \text{ bezw. um } \pm\sqrt{2{,}7^2 - 2^2} = \pm 1^{s}{,}8 \cdot 10^{-7}$$

entstellt sind. Es entsprechen diesen Beträgen Änderungen des momentanen, täglichen Ganges von $\pm 0^{s}{,}04$ bezw. $\pm 0^{s}{,}03$. Die Darstellung des momentanen, täglichen Uhrganges kann auch in diesen beiden Perioden als befriedigend angesehen werden.

Der Koeffizient x bezw. α, der die Abhängigkeit von den Änderungen des Schwingungsbogens angibt, ist in der ersten Periode erheblich kleiner als in der zweiten und dritten; die Differenz ist trotz dem relativ grossen mittleren Fehler als reell anzusehen. Die Werte von α können verglichen werden mit der theoretischen Abhängigkeit eines frei schwingenden Sekundenpendels von den Änderungen des Schwingungsbogens: für ein solches beträgt die Änderung Δu des täglichen Ganges, wenn der halbe Schwingungsbogen a sich um Δa ändert:

$$\Delta \mathrm{u} = 10800 \, \mathrm{a} \, \Delta \mathrm{a}.$$

Der Koeffizient α bezieht sich auf 1 mm Änderung des Abstandes der registrierten Kurven. Da die Vergrösserung 6,1-fach ist, und der halbe Schwingungsbogen, linear gemessen in einer Distanz von 1180 mm von der Schwingungsaxe des Pendels, rund 32 mm beträgt, ist zu setzen:

$$\mathrm{a} = \frac{32}{1180} \quad \text{und} \quad \Delta \mathrm{a} = \frac{1}{12{,}2} \cdot \frac{1}{1180}$$

Als theoretische Änderung des täglichen Ganges folgt mit diesen Werten:

$$\Delta \mathrm{u} = 0^{\mathrm{s}}{,}020$$

Die Werte von α sind in der zweiten und dritten Periode beträchtlich grösser, wähernd der erste in Anbetracht seines mittleren Fehlers nicht erheblich abweicht.

Die Koeffizienten y bezw. β für die Abhängigkeit von den Änderungen des Luftdruckes stimmen in bemerkenswerter Weise mit einander überein. Zu beachten ist, dass der Koeffizient β mit derjenigen Grösse, die man sonst als Barometerkoeffizienten einer Uhr bezeichnet, nicht vergleichbar ist, da man unter diesem die Änderung des täglichen Ganges infolge der Änderungen des Luftdruckes versteht unter Einschluss der Wirkung, welche die durch die Luftdruckänderung erzeugte Änderung des Schwingungsbogens ausmacht. Ist die reine Abhängigkeit des Schwingungsbogens von den Änderungen des Luftdruckes bekannt, so kann β in diesen Barometerkoeffizienten der Uhr, der mit β' bezeichnet sei, umgerechnet werden. Setzt man die Änderungen des Schwingungsbogens den Änderungen des Luftdruckes proportional, indem man annimmt, die $(\mathrm{B} - \mathrm{B}_0)$ entsprechende Änderung ΔA sei gegeben durch

$$\Delta \mathrm{A} = (\mathrm{B} - \mathrm{B}_0) \cdot \mathrm{z} \qquad (4)$$

so kann die Gesamtänderung des Schwingungsbogens zerlegt werden gemäss dem Ausdruck

$$\mathrm{A} - \mathrm{A}_0 = \Delta \mathrm{A}_0 + \Delta \mathrm{A} = \Delta \mathrm{A}_0 + (\mathrm{B} - \mathrm{B}_0) \, \mathrm{z}$$

wo mit $\varDelta A_0$ die unabhängig vom Luftdruck erfolgende Änderung des Schwingungsbogens bezeichnet ist. Die Gleichung (2) geht dann über in die folgende:

$$S = S_0 + \varDelta A_0 x + (B - B_0) y' \qquad (5)$$

worin

$$y' = y + z x$$

gesetzt ist. Der Koeffizient y' von $(B - B_0)$ stellt nun die Gesamtänderung der Schwingungszeit infolge der Luftdruckänderung dar; der ihm entsprechende Barometerkoeffizient β' wird gleich

$$\beta' = -\frac{y + zx}{58,8} 10^7 \qquad (6)$$

Für z ist aus der Gesamtheit der drei Perioden, indem die Tagesmittel der Amplituden mit den Tagesmitteln des Luftdruckes verglichen wurden, der Wert

$$z = -0,30 \pm 0,06$$

pro 1 mm Luftdruckzunahme abgeleitet worden. Der am unteren Ende der Pendelstange gemessene Schwingungsbogen wird somit bei einer Luftdruckzunahme von 1 mm um $\frac{0,30}{6,1} = 0,049$ mm oder, in Winkelmass, um 0,'143 kleiner.

Mit diesem Wert von z sind die in der obigen Zusammenstellung angegebenen Werte von β' berechnet worden. Diese müssen kleiner sein als die Koeffizienten β, da infolge der durch die Luftdruckänderung bewirkten Zu- oder Abnahme des Schwingungsbogens eine teilweise Kompensation der reinen Luftdruckwirkung auf die Schwingungszeit des Uhrpendels eintritt. Der von der Firma Riefler angegebene Barometerkoeffizient beträgt $0\overset{s}{,}012$ pro 1 mm. Auffallenderweise stimmen hiermit nicht die Werte von β', sondern von β überein. Ob diese Abweichung eine zufällige Folge des vorläufig nicht sehr umfangreichen Beobachtungsmateriales ist, wird durch weitere Beobachtungen zu entscheiden sein. Die Werte von β' nehmen von der ersten bis zur dritten Periode ab gemäss dem Umstande, dass durch die Werte von α eine Zunahme der Kompensationswirkung angezeigt wird.

Es ist mir eine Pflicht der Pietät, an das Interesse zu erinnern, das der kürzlich verstorbene Dr. *P. Chappuis-Sarasin* der vorstehenden Untersuchung entgegengebracht hat, und dankbar der zuvorkommenden Bereitwilligkeit zu gedenken, mit welcher er seine reichen Kenntnisse in Konstruktionsfragen zur Verfügung stellte.

Basel, Bernoullianum, April 1916.

Chemische und metallographische Untersuchung prähistorischer Eisenfunde.

Von

H. Rupe und **F. Müller.**

Chemische Untersuchungen von prähistorischen Eisenfunden sind im Vergleich zu den zahlreichen Bronzeanalysen bis jetzt sehr wenige ausgeführt worden. Wohl das älteste Eisen, das analysiert wurde, ist das viel umstrittene Fundstück aus der Pyramide des Cheops. Dieses war nach der Analyse von *Tlayht* ein weiches, schmiedbares Eisen mit gebundenem Kohlenstoffgehalt und wenig Nickel.[1])

H. Braune[2]) untersuchte zwei Eisenfunde aus Castaneda im Misoxertale. Auf Grund des Analysenbefundes wurde angenommen, dass das Material dieser Stücke aus mangan-phosphor- und schwefelfreien Eisenerzen gewonnen wurde. Durch Vergleich mit den bekannten Analysen der Erze von Elba kam der Verfasser unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Fundgeschichte (die Gräber wurden in der Nähe des uralten Passweges über die Alpen entdeckt), zu der Annahme, den Ursprung dieses Eisens in Etrurien zu suchen.

Um die metallurgischen Kenntnisse der Etrusker weiter zu erkunden, wurden von *St. Krzyzankiewicz*[3]) mehrere prähistorische Eisenfunde einer chemischen Prüfung unterworfen. Abgesehen von Kohlenstoff sprach dieser auch dem Silicium eine besondere Wichtigkeit im prähistorischen Eisen zu, da ein erhöhter Gehalt dieses Elementes auch ein kohlenstoffärmeres Eisen härter macht. Auch hier wurde festgestellt, dass die meisten Eisen aus phosphor- und schwefelfreien Erzen der Etrusker hergestellt wurden.

Eine Ausnahme machte ein Nagel gallo-römischer Herkunft durch seinen hohen Phosphorgehalt; es konnte deshalb mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, dass dieses Fundstück im Norden der Alpen hergestellt worden war.

---

[1]) Vergl. *Beck,* Geschichte des Eisen, Bd. I, S. 86.

[2]) *H. Rupe,* Bericht über die chemische Untersuchung prähistorischer Gräberfunde von Castaneda; Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel. Bd. XVIII. I.

[3]) *St. Krzyzankiewicz,* Dissertation, Basel 1909.

Aus diesen Feststellungen lässt sich die Wichtigkeit der Bestimmung von Phosphor und Schwefel im prähistorischen Eisen erkennen. In dieser Abhandlung wird die chemische und metallographische Untersuchung einer Anzahl prähistorischer Eisenfunde beschrieben werden von der für unsere Gegenden ältesten Eisenzeit, der sog. Hallstatt-Zeit an bis zur historischen oder römischen Kulturepoche.

Das vorliegende Analysenmaterial stammt aus den für die eisenzeitliche Periode Mitteleuropas typischen Fundplätzen. Zwei Fragmente von Eisenwaffen aus dem Gräberfelde von Hallstatt verdanken wir der gütigen Vermittlung der Direktion der prähistorischen Abteilung des Wiener naturhistorischen Hofmuseums, während die Funde aus La Tène uns in liebenswürdiger Weise durch Herrn Dr. *Vouga* überlassen wurden. Aus der Epoche von La Tène III stand uns ein Eisen aus Bibracte zur Verfügung. Ferner konnten wir durch freundliches Entgegenkommen Dr. *P. Sarasins* ein prähistorisches japanisches Eisenschwert einer Analyse unterwerfen.

Obwohl die meisten Hallstattfunde durch und durch metamorphisiert zu sein pflegen, fanden wir doch glücklicherweise unter der schützenden Haut von Glühspan bei beiden Gegenständen noch einen guten für eine Analyse tauglichen Eisenkern vor. Ebenso bei den anderen Funden.

Die Bestimmung der wichtigsten Fremdelemente des Eisens geschah nach den bekannten Methoden des Eisenhüttenwesens.[4]) Letztere sind auf das exakteste ausgearbeitet worden, werden doch an sie wegen des geringen Vorkommens von Kohlenstoff, Phosphor, Silicium und Schwefel und anderer Elemente im Eisen in bezug auf Genauigkeit sehr hohe Anforderungen gestellt.[5])

Die grösste Aufmerksamkeit wandten wir naturgemäss der Kohlenstoffbestimmung zu, beruht doch auf dem Kohlenstoffgehalt die Härte, Schmied- und Giessbarkeit des Eisens. Während bisher der Kohlenstoff im vorgeschichtlichen Eisen nur kolorimetrisch bestimmt wurde, führten wir seine gravimetrische Analyse aus. Auf seine vier Abarten (bekanntlich kommt der Kohlenstoff im Eisen frei als Graphit oder als amorphe Temperkohle und gebunden als Karbid- und Härtungskohle vor), konnte dagegen schon wegen Materialmangels nicht eingegangen werden. Wir beschränkten uns daher auf die Ermittlung des Gesamtkohlenstoffes der Eisenfunde.

Dieser wurde durch die unmittelbare Verbrennung des Eisens auf nassem Wege durch die Chromschwefelsäuremethode und darauffolgender Oxydation etwa entweichender Kohlenwasserstoffe schliesslich als Kohlendioxyd zur Wägung gebracht. Eine Methode, die von *Jüptner*, *Gmelin* sowie durch *Sarnström* ausgearbeitet und schliesslich von *Corlais* verbessert wurde.[6])

---

[4]) Siehe *Ledebur,* Leitfaden für Eisenhüttenlaboratorien, 9. Aufl.

[5]) Die dazu nötige Apparatur wurde von Ströhlein & Co., Düsseldorf und Hugershoff, Leipzig bezogen.

In der Regel wurden 3 gr Einwage der entfetteten Späne in einem Corlaiskolben in gesättigter Chromschwefelsäure nach Zusatz von Kupfersulfat aufgelöst. In dem langhalsigen Kolben ist seitlich ein fast bis auf den Boden reichendes Rohr mit kugelförmiger Erweiterung eingeschmolzen, dessen trichterförmige Öffnung durch einen eingeschliffenen Glasstöpsel abgedichtet ist. Innerhalb des Kolbenhalses befindet sich eingeschliffen ein Kühler, während die im Zersetzungskolben entstehenden Gase durch ein am Kolbenhals seitlich angesetztes Glasröhrchen entweichen können. Dieses ist zunächst mit einem mit Chromtrioxyd beschickten Röhrchen verbunden, durch das die Gase in ein mit grobem Kupferoxyd angefülltes Quarzrohr gelangen, das während der Analyse in einem kleinen Ofen zur Rotglut erhitzt wird. Durch hieran angeschlossene, mit conc. Schwefelsäure und Chlorcalcium beschickte Trockenröhren kommt schliesslich das Kohlendioxyd in zwei Classen'schen Natronkalkröhren, die noch mit einer dritten als Sicherheitsrohr dienenden verbunden sind. Durch Wägen der Absorptionsgefässe kann dann der Kohlenstoff berechnet werden. Während der Analyse wird durch den ganzen Apparat mit Hilfe eines Aspirators ein Kohlensäure freier Luftstrom hindurchgesogen.

Von der Genauigkeit und Zuverlässigkeit dieser Methode konnten wir uns durch analysieren von Normalstahlspänen mit bekanntem Kohlenstoffgehalt durch übereinstimmende Resultate überzeugen. Es standen uns Späne mit 0,4% Kohlenstoff der Firma Dujardin & Cie. hierzu zur Verfügung. Wir fanden 0,36% Kohlenstoff darin.

Nach *Ledebur* kann der Zusatz von Kupfersulfat zur Chromschwefelsäure zwecks Verringerung der Bildung von Kohlenwasserstoffen unterbleiben. Das Röhrchen mit Chromtrioxyd, das wegen der sich eventuell bei der Verkupferung des Eisens bildenden schwefligen Säure zwischen Kolben und Kupferoxydrohr eingeschaltet wurde, kann dann bei der Zusammensetzung des Apparates wegfallen. Auch nach diesem Verfahren wurde unter gleichzeitiger Benutzung eines Kaliapparates, von *Ledebur* zur Absorption der Kohlensäure bevorzugt, mit gutem Erfolge bei Kontrollbestimmungen gearbeitet.

---

[6]) *Lunge,* Chem.-technische Untersuchungsmethoden, Bd. 5.

Von einigen Gegenständen konnten wegen ihrer Beschaffenheit keine Bohr- oder Drehspäne gewonnen werden. Das mit der Zange oder Schere erhaltene gröbere Material wurde aber nur langsam im Zersetzungskolben angegriffen. Glücklicherweise konnten wir dieses gröbere Analysenmaterial in einem elektrisch geheizten Ofen im Sauerstoffstrom verbrennen.

Nach dieser neuen eleganten Methode wird die Einwage im Porzellanschiffchen in einem im Heraeusofen liegenden Porzellanrohr im Sauerstoffstrom bei einer Temperatur zwischen 1000° und 1150° verbrannt; die Anordnung der übrigen Apparatur bleibt hingegen dieselbe wie bei der vorigen Methode. Die Messung der Temperatur geschieht durch ein Thermoelement nach *le Chatelier* aus Platin-Iridium, dessen Lötstelle zwischen Verbrennungsrohr und der inneren Ofenwand in die Nähe der Lage des Schiffchens geschoben wird. Die Ablesung der Temperatur erfolgt dann auf einem Zeigergalvanometer nach Siemens und Halske.[7])

Die Bestimmung des Schwefels wurde nach dem Verfahren von *Schulte* ausgeführt. 5—10 gr Einwage wurden in einem Kolben, der zwecks Kondensierung der Wasserdämpfe mit eingeschliffenem Kühler versehen ist, mit conc. Salzsäure behandelt. Letztere wurde aus einem durch Glashahn abstellbaren birnenförmigen Trichter, dessen langes Abschlussrohr durch Glasschliff abgedichtet, durch den Kühler hindurch bis nahe an den Kolbenboden führte, vorsichtig auf die Eisenspäne geträufelt. Der sich entwickelnde Schwefelwasserstoff gelangte nach dem Passieren einer Vorlage mit Wasser, die gegen Ende der Operation ebenso wie der Kolben zum Sieden erhitzt wurde, in eine Cadmiumacetatlösung. Zugleich wurde durch den ganzen Apparat ein durch Kupferchloridlösung gereinigter Kohlensäurestrom geleitet, um die letzten Spuren von Schwefelwasserstoff aus dem Kolben und der Vorlage in die Absorptionsgefässe treiben zu können. Durch Umsetzung des darin gefällten Cadmiumsulfides mit einer entsprechenden Kupfersulfatlösung wurde das schliesslich erhaltene Kupfersulfid abfiltriert, geglüht und gewogen.

Während *Schulte* neuerdings bei Anwendung einer Säure von 1,19 spez. Gewichtes auf den Kohlensäurestrom verzichtet, hielten wir es doch in Anbetracht des geringen Schwefelgehaltes unseres Materials für besser, diese Vorsichtsmassregel gegen Ende der Analyse anzuwenden.

---

[7]) Herr Dr. Diethelm war so freundlich uns den Apparat zur Verfügung zu stellen.

Auch benutzten wir zu dieser Bestimmung einen neuen Apparat von G. Preuss, dessen praktische Konstruktion wir hier erwähnen möchten.[8]) Als Kondensiergefäss dient eine mit dem auf einem Erlenmeyerkolben sitzenden Kühler verbundene Pipette; innerhalb derselben befindet sich im oberen Teil eine Kugel mit seitlicher Öffnung. Die Gase gelangen zunächst in diese durch ein bis auf den Boden der Kugel reichendes Röhrchen und treten schliesslich durch die seitliche Öffnung aus der Kugel in die in die Absorptionsflüssigkeit reichende Pipette. Letztere schliesst ein durch einen im Kolben sich eventuell bildenden Minderdruck verursachtes Zurücksteigen der Cadmiumacetatlösung in den Zersetzungskolben aus. Die Analyse wäre in einem solchen Falle nicht verloren, da ja die Absorptionslösung nur in den unteren Raum der Pipette gelangen kann.

In einigen Fällen konnten nur Spuren von Schwefel beobachtet werden. Hier leistete uns das kolorimetrische Verfahren von *Eggert*[9]) gute Dienste.

Ein an einem Silberdraht hängendes kleines Silberblech, mit 25 % Kupfer legiert, wurde eine bestimmte Zeit in einem zylinderförmigen Glasgefäss der Einwirkung von Schwefelwasserstoff ausgesetzt. Letzterer wurde durch Auflösen einer kleinen Einwage in einer Schwefelsäure von vorgeschriebener Konzentration in dem verschlossenen Gefäss entwickelt. Nach der auf dem Silberstreifen entstandenen Anlauffarbe konnte dann mit Hilfe einer Vergleichsskala der Schwefelgehalt beurteilt werden.

Kann auch dieses Verfahren auf grosse Genauigkeit keinen Anspruch erheben, so wurden wir doch durch das Ausbleiben einer Anlauffarbe (eine lichtgelbe Farbe soll schon einem Gehalt an Schwefel von 0,01 % entsprechen) über den minimalen Schwefelgehalt einiger Eisen orientiert. Auch die Einwage für die gewichtsanalytische Bestimmung konnte nach dieser Vorprüfung richtiger getroffen werden, da diese bei nur spurenhaftem Auftreten von Schwefel von vornherein grösser gewählt werden konnte.

Silicium wurde nach dem Abdampfverfahren ermittelt. Etwa 5 gr Späne wurden in conc. Salpetersäure vorsichtig gelöst, und die Lösung dann unter beständigem Umrühren zur Trockne verdampft. Um das Ferrinitrat in Oxyd überzuführen, wurde der Rückstand sodann geglüht, wodurch auch zugleich die durch Oxydation von Kohlenwasserstoffen entstandenen organischen Substanzen zerstört und eine Entwässerung der Kieselsäure erreicht wurde. Der nunmehr aus Eisenoxyd und Eisenphosphat bestehende Rückstand wurde nach dem Erkalten mit Salzsäure behandelt, in der Siedehitze gelöst und abermals zur Trockne eingedampft. Nachdem die erkaltete Masse mit Salzsäure angefeuchtet worden war, konnte schliesslich aus der durch Zusatz von Wasser erhaltenen Lösung die Kieselsäure abfiltriert und nass im Platintiegel verbrannt werden.

---

[8]) Zeitschrift für angewandte Chemie 1910. Heft 42.

[9]) S. *Ledebur,* Leitfaden für Eisenhüttenlaboratorien. 9. Aufl. S. 123.

Die durch geringe Mengen von Eisenoxyd verunreinigte gewogene Kieselsäure wurde nach Zusatz einiger Tropfen Schwefelsäure mit Flussäure weggedampft, dann wurde nach kräftigem Glühen zurückgewogen.

Aus dem Filtrat der Kieselsäure wurde der Phosphor nach dem Eindampfen und Lösen des erhaltenen Rückstandes in Salpetersäure nach der Molydatmethode bestimmt. Wurde die Ermittlung des Phosphors in einer gesonderten Probe vorgenommen, so konnte das Eindampfen der Lösung mit nachfolgender Erhitzung des Rückstandes umgangen werden. In diesem Falle wurde durch Kochen der ursprünglichen Lösung mit verdünnter Kaliumpermanganatlösung eine rasche vollständige Oxydation des Phosphors zu Phosphorsäure erzielt. Das hierbei sich abscheidende Mangansuperoxyd musste durch Anwendung eines Reduktionsmittels, zum Beispiel durch eine Kaliumoxalatlösung vor der endgültigen Fällung des Phosphors wieder gelöst werden. Der nunmehr erhaltene Ammoniumphosphatniederschlag wurde nach *Wog* im Goochtiegel unter Beobachtung der vorgeschriebenen Bedingungen als Phosphormolybdänsäureanhydrit gewogen.

Beschreibung der Funde.

I. 100 mm langes Bruchstück eines Schwertes. Einschneidig, mit stumpfer, abgerundeter Spitze. Klinge 35 mm breit und 6 mm dick. Gewicht 73 gr. Fundort: Hallstatt. (Hofmuseum Wien.)

II. Kleinere stark verbogene, mit Rostschicht überzogene Speerspitze ohne Blatt. Schaft vierkantig, innen hohl mit einem kleinen Loch im Kern endigend. Länge 83 mm. Gewicht 26 gr. Fundort: Hallstatt. (Hofmuseum Wien.)

III. Lanzenspitze mit hoher Mittelrippe und teilweise erhaltenem Blatt (Lorbeerblatt-Form). Die Länge des Stückes betrug $18^1/_2$ cm, die Wandstärke des runden Schaftes, in dem sich nach fachmännischem Urteil noch Reste von Eschenholz befanden, etwa 5 mm. Gewicht der Waffe etwa 100 gr. Museumsnummer: 325. Fundort: La Tène. (Museum Neuchâtel.)

IV. Fibel. Die ziemlich angegriffene Nadel war gegen 70 mm lang. Schlussstück mit Nadelrinne fehlten, dagegen liess das um den Bügel gewundene, noch erhaltene, aufwärts gebogene

Bruchstück und die beidseitigen Windungen der Spirale die typische Form der Mittel-La Tènefibel erkennen. Die Dicke des Eisendrahtes betrug im Durchschnitt 5 mm, an der Spirale, die in vier Wicklungen rechts und links vom Bügel aufgerollt war, etwa 4 mm. Der vordere Teil der federnden Nadel war abgebrochen. Fundort: La Tène. (Museum Basel.)

V. Gut erhaltener Ring aus sehr weichem Eisen. Durchmesser des Eisens: 8,2 mm. Der äussere Radius wies 50,8 mm auf. Gewicht 52,3 gr. Fundort: La Tène. (Museum Neuchâtel.)

VI. Ebenfalls ein Ring. Der äussere Durchmesser des sehr wenig angegriffenen Stückes war 9,6 cm, der Querschnitt gegen 9 mm breit. Fundort: La Tène. (Museum Neuchâtel.)

VII. Kleinerer Ring von etwa $3^1/_2$—5 mm Dicke. Äusserer Durchmesser des ganzen Fundes 42 mm. Stärke des Ringes nicht überall gleichmässig. Ebenfalls aus La Tène. (Museum Neuchâtel.)

VIII. Fragmente einer Gürtelschnalle. Mâle de ceinturon. Das stark verrostete Fundstück fiel beim reinigen teilweise auseinander. Auf 1—$1^1/_2$ mm starken Blechstücken, deren Ränder auf der Rückseite umgebogen waren, sass eine etwas stärkere Öse. Die schwer biegbaren Eisenbleche liefen zu beiden Seiten derselben zu einer Spitze aus. Das ganze Stück war etwa 100 mm lang und 42 mm breit. Ein 23 gr wiegender Blechstreifen konnte noch zur Analyse verwendet werden. Fundort: La Tène. (Museum Neuchâtel.)

IX. Vierkantiges, spitz verlaufendes Werkzeugstück, ohne Kopf, aus sehr gutem, hartem Material. Das Eisen war unganz, da beim Abdrehen der Späne mehrere hohle Stellen beobachtet wurden. Fundort: La Tène. (Museum Neuchâtel.)

X. Eisenbarren aus Bibracte. La Tène III. Schwach gebogenes, 210 mm langes, 12—15 mm breites, vierkantiges Eisenstück mit etwas verjüngten Enden. Gewicht 130 gr.[10])

XI. Gut erhaltenes, einschneidiges Schwert mit geradem Rücken und Dorn. Spitze schräg abgebrochen. Der Rücken der Klinge war 8—6 mm breit, ihre Breitseite betrug an der Spitze 16 mm, in der Mitte 17 mm, am Knauf 30 mm. Länge 580 mm. Die geradlinig verlaufende Schneide hatte ungefähr eine Dicke von 1 mm. Beim Abdrehen des Analysenmaterials erwies sich letzteres als sehr zähe. Die äussere Schicht liess sich mit der

---

[10]) Wir verdanken dieses interessante Fundstück der Freundlichkeit des bekannten französischen Prähistorikers *J. Déchelette* in Roanne, gefallen als Hauptmann der französischen Territorialarmee vor dem Feinde am 14. Oktober 1914.

Metallsäge nur schwer durchschneiden, dagegen war der innere Eisenkern weich. Fundort: Japan. (Basler Museum.)

Die Analysen ergaben folgende Resultate:

Analyse Nr.	Gegenstand	% C	% S	% P	% Si
1	Hallstattschwert . .	0,17 0,18	0,0075	0,01	0,04
2	Hallstattspeerspitze .	0,63	Spuren	0,045	0,046
3	Latène-Lanzenspitze .	0,532 0,105 0,263	0,019	0,05	0,255
4	Mittel-Latènefibel . .	0,17 0,12	0,006	0,012	0,08
5	Ring	0,22 0,20	0,031	0,122	0,056
6	Ring	0,37 0,40	0,019	0,008	0,079
7	Kleinerer Ring . . .	0,51 0,48	Spuren	0,021	0,34
8	Gürtelschnalle . . .	0,54 0,38	Spuren	0,067	0,03
9	Werkzeugstück . .	0,80 0,89 0,91	0,0103	0,01	0,25
10	Bibracteeisen . . .	0,08 0,06	Spuren	0,092	0,095
11	Japanisches Schwert .	0,32 0,41	Spuren	0,023	0,071

Die von uns analysierten Eisenfunde unterscheiden sich von den durch *H. Braune* und *St. Krzyzankiewicz* untersuchten Objekten in vielen Fällen durch ihren geringen Schwefel- und Phosphorgehalt. Sie scheinen daher aus einem besseren Material geschmiedet worden zu sein. Auch die gut übereinstimmenden Kohlenstoffbestimmungen berechtigen uns zu dieser Annahme.

Um einen besseren Einblick in das bereits bekannte Analysenmaterial zu gewinnen, mögen zunächst die interessanten Resultate der von *H. Braune* und *St. Krzyzankiewicz* ausgeführten Untersuchungen von Hallstatt- und La Tène-Eisen angeführt werden.

Analyse Nr.	**Gegenstand**	**% C**	**% S**	**% P**	**% Si**
1	Eisenstäbchen aus Castaneda .	0,14 0,28	0,012	0,057	0,08
2	Sichel aus Giubiasco	0,150 0,446 0,724	0,0090	0,149	0,033
3	Fragment einer Sichel . . .	0,183 0,198 0,206	nicht bestimmt	0,038	0,038
4	Blechstücke einer Ciste . . .	0,156 0,140 0,166	0,018	0,015	0,042
5	Henkelring einer Ciste . . .	0.149 0,224 0,349	0,005	0,022	0,065
6	Bruchstück eines Armringes aus Tiefenau	0,060 0,063 0,066	0,011	0,117	0,021
7	Draht aus Cerinasca, etruskisches Grab	nicht bestimmt	0,094	0,037	0,168
8	Nagel aus einer gallo-römischen Fundschicht	0,070 0,137 0,369	0,014	0,300	0,031
9	Nagel aus Tiefenau	0,119 0,331 0,550	0,013	0,157	0,037

Unter diesen Analysen finden sich nun einige Stücke mit auffallend hohem Phosphor- und Schwefelgehalt. Diese Tatsache veranlasste *H. Rupe* zu der Annahme, dass das Material dieser Funde von den Urbewohnern der heutigen Schweiz aus einheimischen Eisenerzen gewonnen wurde. Er betrachtet diese Eisen als Produkte einer jüngeren eisenzeitlichen Stufe, im Gegensatz zu den phosphor- und schwefelarmen Stücken, die in einer älteren Zeit aus dem Süden importiert wurden.[11]) Dort bezogen die Etrusker ihre Eisenerze ja aus den berühmten Minen der Insel Elba, wo der Roteisenstein als schön kristallisierter phosphor- und schwefelfreier Eisenglanz schon im grauen Altertum abgebaut wurde.

Da nach *H. Braune* das wegen seiner Reinheit so bevorzugte schwedische Holzkohlenroheisen, das bekanntlich aus den phosphorfreien Magneteisensteinerzen von Dannemara gewonnen wird, im Holzkohlenhochofen 0,01—0,02 $^0/_0$ Phosphor aufnimmt, ist es gewiss nicht befremdend, wenn wir in den Produkten der alten Etrusker, die doch sicherlich in Anbetracht ihres primitiven Schmelzprozesses einen bedeutend grösseren Kohlenbedarf benötigten, den Phosphor in geringen Mengen nachweisen können.

Dasselbe gilt auch vom Schwefel, der bei den damaligen niedrigen Temperaturen nur zum Teil in die Schlacken übergehen konnte. Auf Grund dieser Erwägungen wurden die auf der zweiten Tabelle aufgeführten Eisen Nr. 1, 6, 7 und 8 als einheimische Erzeugnisse der jüngeren Eisenzeit erklärt. Die Herkunft des Eisens der Analyse Nr. 5 konnte nicht sicher beurteilt werden, dagegen liessen die Analysen der Funde Nr. 2, 3, 4 und 9 ein sehr reines Eisen erkennen, das sicher aus toskanischen Erzen erhalten wurde.

Versuchen wir nunmehr den Ursprung des Analysenmaterials festzustellen, so kommen wir unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Fundgeschichte dieser Eisenproben zu folgenden Schlussfolgerungen:

1. Das *Hallstattschwert* wurde aus sehr kohlenstoffarmen und daher sehr weichem Eisen geschmiedet. Da auch sein Phosphor- und Schwefelgehalt sehr gering ist, wurde es sicher aus Etrurien eingeführt, wenn nicht die steiermärkischen Eisengruben schon damals abgebaut wurden. Da das dort gewonnene Eisen ebenfalls sehr rein ist, könnte in diesem Falle das Eisen aus Noricum stammen.[12])

2. Auch die *Hallstattspeerspitze* besteht aus ganz vorzüglichem Material. Nach dem sehr hohen Kohlenstoffgehalt zu urteilen liegt hier unbedingt ein Stahl vor, entstanden durch häufiges Ausglühen im Kohlenfeuer und Aushämmern, wobei das Eisen allmählich Kohlenstoff aufnahm. Der etwas höhere Phosphorgehalt darf nicht befremden, da dies Element bei der nachträglichen Kohlung des Stückes sich anreicherte. Da das Silicium in der gleichen Menge wie

---

[11]) *H. Rupe,* Verhandlungen der Naturforchenden Gesellschaft in Basel, Bd. XXI.

[12]) Ganz unmöglich ist das nicht. *Beck* (Geschichte des Eisens I. 559) meint, dass das Alter der Eisenwerke in Noricum über die Zeit der Römerherrschaft hinausgehen dürfte. Norisches Eisen war längst berühmt, ehe die Römer die Provinz in Besitz nahmen.

in Nr. 1 auftritt, ging der Stahl gewiss aus demselben Materiale hervor.

3. Interessanten Aufschluss über die *La Tène-Lanzenspitze* erbrachte hier die Kohlenstoffanalyse. Nach dieser hat anscheinend der prähistorische Schmied versucht, das Eisen nachträglich in Stahl überzuführen. Während der innere Kern[13]) nämlich nur 0,1 % C enthielt, war der mittlere Teil der Waffe bereits kohlenstoffreicher. An der Spitze aber war der Kohlenstoff beinahe bis zu der im weichen Stahl vorhandenen Menge angereichert. Demnach scheint die Spitze zwecks späterer Härtung nachträglich unter Holzkohle geglüht worden zu sein.

Durch seinen höheren Schwefel- und reichlichen Phosphorgehalt weicht das Material beträchtlich von den beiden Hallstatteisen ab, ebenso durch das reichlich vorkommende Silicium. Es handelt sich in diesem Falle wohl um ein einheimisches Produkt.

4. Ganz andere Verhältnisse treffen wir bei der *La Tène-Fibel* an. Mit Ausnahme des Siliciums gleicht ihr reines Eisen in der Zusammensetzung ganz dem Material des Hallstattschwertes. Sie wurde demnach vermutlich aus etruskischem Eisendraht geformt, und ist vielleicht das Werk eines Metallkünstlers des Südens.

5. Der Analysenbefund dieser Probe eines Ringes aus La Tène weicht durch den hohen Phosphorgehalt von den bisher erhaltenen Resultaten wesentlich ab. Daher konnte trotz des sehr weichen Materials der bereits oben beschriebene grosse Riss im inneren Eisenkern entstehen. Der Ring wurde also aus einem kaltbrüchigen Eisen geformt. Merkwürdigerweise war die Schweissstelle, die den Ring zu einem Ganzen verband, nicht aufzufinden. Das Eisen stammt sicher aus den Erzlagern nordwärts der Alpen.

6. Ebenfalls ein so vorzüglich zusammengeschmiedeter *Ring*. Nach dem höheren Kohlenstoffgehalt handelt es sich aber um ein zäheres Stück, das auch bedeutend weniger Phosphor enthält. Ebenso spricht der relativ niedrige Schwefelgehalt für ein ausgezeichnetes Schmiedeeisen. Sicher kein inländisches Material.

7. Das gleiche gilt für den *kleinen Ring*, der im Gegensatz zu den beiden anderen offen war. Abgesehen von dem hohen Siliciumgehalt wurde nach dem nur spurenhaften Auftreten des Schwefels und verhältnismässig geringem Phosphorgehalt ein sehr vorzügliches Eisen für die Herstellung des sehr gefälligen Stückes bevorzugt. Es macht fast den Eindruck, als ob absichtlich ein etwas zäheres Material

---

[13]) Der innere Kern konnte vom Schaft aus für die Analyse angebohrt werden.

gewählt wurde. Könnte es sich doch nach dem höheren Kohlenstoffgehalt hier bereits um einen weichen importierten Stahl handeln.

8. *Gürtelschnalle.* Sie zeichnet sich durch ihren niedrigen Siliciumgehalt aus. Da auch von Schwefel nur Spuren gefunden wurden, wäre ihr Material sehr rein, wenn nicht der höhere Phosphorgehalt nachgewiesen worden wäre. Der höhere Kohlenstoffgehalt scheint die Härte der Blechteile sehr begünstigt zu haben. Auch dieses Stück werden die La Tène-Schmiede selbst angefertigt haben aus im eigenen Lande gefundenen Erzen.

9. Ein *Werkzeugstück.* Zweiffellos Stahl, dessen Güte noch durch den niedrigen Phosphorgehalt erhöht wird. Schwefel und Silicium kommen in denselben Mengen wie in Nr. 3 vor. Ein so vorzügliches Produkt konnte man in La Tène wahrscheinlich noch nicht aus eigenen Erzen erhalten. Also wohl Importware.

10. Das Eisenstück aus Bibracte ist ein ausserordentlich reines, sehr weiches Eisen, das schon seiner Fundgeschichte nach eine Ausnahmestellung einnimmt. Trotzdem unterscheidet es sich durch hohen Phosphor- und Siliciumgehalt bedeutend von dem reinen etruskischen Eisenfunde Nr. 1. Das reichliche Auftreten der beiden Elemente beruht wohl darauf, dass der Barren nur oberflächlich überschmiedet wurde. Seiner Bestimmung nach sollte er gewiss noch zu Schmiedearbeiten Verwendung finden. Wir kommen hier in eine Zeit, in welcher schon sicher nordwärts der Alpen eine blühende Eisenindustrie vorhanden war.

11. *Japanisches Schwert.* Auch die Japaner verarbeiteten schon in prähistorischen Zeiten vorzügliche Eisensorten. Der Analysenbefund des Schwertes beweist dies. Merkwürdigerweise scheint das Stück trotz des niedrigen Kohlenstoffgehaltes gehärtet zu sein. Über seine mutmassliche Herstellung soll im metallographischen Teil unserer Arbeit ebenfalls berichtet werden, in seiner Zusammensetzung steht es unserm La Tène-Eisen nahe.

Metallographischer Teil.

Lieferten auch die bisher ausgeführten Untersuchungen wichtige Anhaltspunkte für die chemische und archäologische Beurteilung der von uns beschriebenen vorgeschichtlichen Funde, so konnten doch die angewandten Methoden keinen genügenden Aufschluss über die Beschaffenheit ihres Materials und dessen Herstellungsweise geben. Und gerade die Erforschung der *Technik* der alten Metallkünstler erschien uns als der wichtigste Teil dieser Untersuchung.

Vor allem musste noch das eigenartige Auftreten des Kohlenstoffes im prähistorischen Eisen näher untersucht werden. Während bei den meisten Eisenfunden in Anbetracht ihres reinen weichen Materials ein weit geringerer Kohlenstoffgehalt erwartet wurde, als tatsächlich die Analyse ergeben hatte, konnte bei einigen härteren, kohlenstoffreicheren Proben wie beim modernen Eisen ein stahlähnlicher Charakter angenommen werden. Letztere Erscheinung war aber wegen des hohen Alters der Funde unter Berücksichtigung ihrer primitiven Darstellungsweise nicht erwartet worden.

Derartige Feststellungen konnten nur mit Hilfe der Metallographie durchgeführt werden. Auch *St. Krzyzankiewicz* brachte in seiner Arbeit einige in siebenfacher Vergrösserung ausgeführte Photogramme, die die ungleichmässige Zusammensetzung der von ihm untersuchten Eisen erkennen liessen. Aber während damals die Metallographie sich noch in ihrer ersten Entwicklungsstufe befand, ist heute die neue Wissenschaft infolge ihrer hohen Entfaltung auf metallurgischem Gebiete von der grössten Bedeutung geworden. Besonders ihre mikroskopischen Prüfungsmethoden von erstarrten Legierungen sind derartig verbessert worden, dass wir nunmehr grossartige Aufschlüsse über das Kleingefüge von Eisenkohlenstoff- und Kupferlegierungen besitzen. Da jetzt die Metallurgie ohne ein gleichzeitiges metallographisches Studium ihrer Legierungen, zu denen wir ja auch das technische Eisen rechnen müssen, da es ja den Kohlenstoff aufzulösen vermag, nicht mehr denkbar ist, wird es gewiss angebracht sein, zunächst einen kurzen Überblick über ihre Entwicklung zu bringen.

Den ersten Versuch, die physikalischen Umwandlungen und Strukturänderungen, die das Eisen bei seiner Behandlung erfährt, zu ergründen, machte schon 1863 *Sorby;* doch erlangten seine Arbeiten keine besondere Würdigung. Erst als 1878 *Martens* unabhängig von Sorby's Arbeiten seine Untersuchungen veröffentlichte, wurden die Gelehrten auf die Metallographie aufmerksam, berührte sie doch die Gebiete der Physik, Kristallographie und Chemie. Um die Vervollkommnung der thermischen Analyse, welche die Messung der hohen Schmelztemperaturen von Metallen und Legierungen ermöglicht, erwarben sich *Le Chatelier* und *Roozebom* hohe Verdienste. Letztere stellten ferner auf Grund der Löslichkeitskurven der Salzhydrate für die Legierungen ein Zustandsdiagramm auf, aus dem man deren Entstehungsgeschichte, sowie ihren fertigen Aufbau bei gewöhnlicher Temperatur entnehmen kann.

Neben *Le Chatelier,* dem wir ausser den wichtigsten Methoden der thermischen Analyse noch die mikroskopische Ausrüstung der Metallographie verdanken, widmeten sich dieser neuen Forschung der Franzose *Osmond,* die Engländer *Robert-Austin* und *Stead.* Von den deutschen Forschern besitzen wir die metallographischen Lehrbücher von *Ruer, Guertler, Tamann* und *Behrens.*

Bevor wir jedoch zu diesen Prüfungen übergehen, sollen noch kurz die wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften des Eisens berührt werden. Das Eisen hat bekanntlich im geschmolzenen Zustande die Fähigkeit, einen Teil des Kohlenstoffes, der zur Verhüttung der Erze notwendig war, aufzunehmen, wodurch es erst die für die technische Verwendung so nützlichen Eigenschaften erhält. Auch bei geringen Gewichtsmengen desselben kann sich die Sphäre dieses wichtigsten Fremdelementes im Eisen ausserordentlich erweitern. Ein Eisen mit 0,05—0,5 $^0/_0$ Kohlenstoffgehalt zeichnet sich durch Weichheit und Schweissbarkeit aus. Einen erhöhten Kohlenstoffgehalt von 0,6—1,5 $^0/_0$ weist der Stahl auf, dessen Härte bekanntlich durch Abschrecken bedeutend gesteigert werden kann.

Bis mit etwa 1,5 $^0/_0$ Kohlenstoff kann das Eisen bei Temperaturen bis gegen 1000°, wobei es sich nur im teigigen Zustande befindet, geschmiedet werden. Aber ein hoher Phosphor-, Schwefel- und Siliciumgehalt beeinträchtigen die Schmiedbarkeit des Eisens. Denn Schwefel und ebenso der Sauerstoff macht es in glühendem Zustande rotbrüchig, während Phosphor den Kaltbruch des Eisens vurursacht. Ein ähnlicher schädlicher Einfluss tritt auch bei der Bearbeitung des Eisens unterhalb 350° ein, da zwischen 250° und 350° ein Blaubruch entstehen kann. Je kohlenstoffärmer und reiner nun ein Eisen ist, desto grösser ist seine Schweissbarkeit; letztere wird jedoch schon durch eine geringe Menge von Schwefel wieder aufgehoben.

In der neueren Zeit zieht man keine scharfe Grenze mehr zwischen Schmiedeeisen und Stahl, so dass auch kohlenstoffärmere Eisen unter letzterer Bezeichnung im Handel sind.

Ob man schon im Altertum in bewusster Weise den Stahl herzustellen verstand, wird noch sehr bezweifelt. Wahrscheinlich verdankten die in jenen Zeiten so berühmten chalybischen, lydischen und indischen Eisensorten ihre hervorragende Qualität von vornherein den vorzüglichen Eisenerzen, aus denen sie verhüttet worden waren. Wir sind der Ansicht, dass die vorgeschichtlichen Schmelzer jedenfalls nur Schmiedeeisen darstellen konnten. Zur Verhüttung des Eisens stand nur Holzkohle zur Verfügung, ein Verfahren, das bis zum Mittelalter allgemein üblich war und noch heute im waldreichen Schweden in Anwendung kommt.

Durch die in Ägypten, Nubien und Ostsudan ausgeführten Forschungsreisen von *Russegger* hat man über die älteste Art der Eisendarstellung Aufklärung erhalten können.14) Wurde doch dabei

---

14) *Beck,* Geschichte des Eisens Bd. I, S. 98.

festgestellt, dass im nördlichen Kordafan die Verhüttung des dort reichlich vorkommenden und leichtflüssigen Raseneisensteins noch in derselben primitiven Weise erfolgt, wie sie von den alten Ägyptern auf ihren Denkmälern geschildert wird.

In Kordafan wurden in kugelförmigen Sandlöchern unter Anwendung eines Blasebalges mit Holzkohle vermengte kleine Eisenerzstückchen unter einem Haufen von Holzkohlen zu einem zusammengebackenen Erzkuchen und Schlackenstücken verarbeitet. Von letzteren wurden die reduziertes Eisen enthaltenden porösen Exemplare zusammen mit den Erzstücken in derselben Grube nochmals verhüttet, bis man eine graupige weisse Eisenmasse erhalten hatte. Diese wurde zerschlagen und die von der Schlacke befreiten Eisenstücke als brauchbares Eisen verwendet.

In ähnlicher Weise werden wohl auch die nördlich des Taurus wohnenden Chalyber, Moscher und Tiberaner ihr Eisen hergestellt haben, das an die Assyrer abgeliefert, bekanntlich von deren Königen in grossen Magazinen aufgestapelt wurde. Durch die wichtigen Ausgrabungen von *Victor Place* wurde in Khossabad ein derartiges ungeheueres Depot von Roheisenluppen aufgedeckt. Obwohl diese Eisenmasseln nach einer Untersuchung weiches schmiedbares Eisen waren, haben die Assyrer nach der Ansicht *Becks* auch den Stahl gekannt. Denn nur mit Stahlwerkzeugen konnte dieses Volk seine Skulpturen und Inschriften in den harten Basalt vom Mons Maius einmeisseln, den sie neben den leicht zu bearbeitenden Abarten für ihre Denkmäler bevorzugten.[15]) Auch in Europa werden auf ähnlichen primitiven Herdfeuern die Eisenerze verhüttet worden sein. Auf Elba selbst wurden die Eisenerze nach *Diodor* nur zu Rohluppen verarbeitet, dagegen fand man Spuren von etruskischen Schmelzstätten in Popolonia und Gherodessa. Reste solcher prähistorischer Schmelzöfen hat man auch in den Gebieten der norischen Provinz, besonders aber in der Schweiz im Berner Jura gefunden. Dabei ist noch nicht aufgeklärt, ob in frühester Zeit auch schon durch Gebläse die Wirkung des natürlichen Luftzuges in den Öfen gesteigert werden konnte. In den durch den Berner Bergrat *Quiquerez* beschriebenen vorgeschichtlichen Herdöfen des Berner Juras wurden die Bohnerze jedenfalls nach der Art der Rennherde bei natürlichem Luftzug verhüttet. In die mit plastischem Ton ausgestrichenen Öfen führte bis zum Boden des Herdes von aussen ein nach innen verjüngter Kanal, während der Hohlraum des Ofens vom Boden schräg aufwärts steigend in einen etwa 2,5 m langen Schlot auslief. Die ganze aus 30 bis 40 cm starken Tonwänden bestehende Anlage wurde durch Steine gestützt und erhielt noch durch darüber geworfenes Erdreich einen sicheren Halt.[16]

---

[15]) Vergl. *Beck,* Geschichte des Eisens, Bd. I, S. 141.

Die durch diesen direkten Prozess gewonnenen Eisenluppen mussten mit grosser Mühe und Ausdauer dichtgehämmert und gereinigt werden, bevor sie für Schmiedearbeiten Verwendung finden konnten. Immerhin müssen die alten Eisenleute ein gutes brauchbares Schweiss- und Schmiedeeisen schliesslich erhalten haben, das dem durch den in waldreichen Gegenden noch angewandten Frischprozess gewonnenen modernen Produkte an Güte nicht viel nachkam.

Dieser moderne Frischprozess konnte sich erst entwickeln, als man dazu überging, die im Schachtofen erhaltenen Luppen zerkleinert nochmals unter Windzufuhr einem Feuer auszusetzen, um eine Entkohlung des Eisens zu erreichen. Auf die indirekte Darstellung des Schmiedeisens folgte dann im Mittelalter die Umwandlung desselben in Stahl.

Da sowohl im modernen Frisch- als auch im vorgeschichtlichen Schmiedeeisenprozess das Metall nur in einem teigigen Zustande erhalten wurde, ist dem Kohlenstoff keine Möglichkeit gegeben, sich vollständig im Eisen aufzulösen. Die kohlenstoffreicheren Partien durchziehen das Schmiedeeisen, besonders nach der Verarbeitung, bandförmig, ganz im Gegensatz zum modernen Gusseisen, das ja den Kohlenstoff vollständig aufnehmen kann.

Gusseisen konnte erst im 15. Jahrhundert rationell hergestellt werden, als man in den bereits sehr hohen Stücköfen auch mit Holzkohle derartig hohe Temperaturen zu erreichen vermochte, dass alles Roheisen verflüssigt wurde. In diesem Zustande des Eisens werden seine Fremdelemente gleichmässig verteilt. Nur Phosphor und Schwefel haben das Bestreben, sich bei dem in den Coquillen erfolgenden Abkühlen des Eisens in dessen Kernzone anzureichern. Sie bilden die für das Flusseisen so typischen Seigerungsstellen.

Durch geeignete Ätzung von Eisenproben kann schon mit blossem Auge das verschiedenartige Gefüge dieser beiden Eisensorten erkannt werden, wodurch es möglich ist, die Beschaffenheit eines Eisens und die Art seiner Herstellung sicher zu erkennen. Während wir so beim Schmiedeeisen die einzelnen Schweisslinien, die es als kohlenstoffreichere Stellen bandförmig durchziehen, wahrnehmen, treffen wir im Schweissstahl mehr ein eigentümlich flammendes schwarzes Gefüge an, wie es sich als wellenförmige Struktur auf den berühmten Damaszenerklingen vorfindet. Im Flusseisen dagegen werden wir die Seigerungserscheinungen als dunkle runde Partien antreffen.

---

[16] *Heierli*, Urgeschichte S. 323; *H. Rupe*, Aus der Urgeschichte des Eisens.

Doch nicht nur über die Herstellungsweise und die Materialverschiebungen des Eisens kann uns eine metallographische Untersuchung Aufschluss geben, ihre mikroskopischen Methoden gestatten auch den Gefügebau des Eisens zu erkennen. Dessen Strukturelemente sollen daher zunächst kurz beschrieben werden.

Der *Ferrit* ist der weiche Hauptbestandteil des kohlenstoffarmen reinen Eisens. Er tritt nach der Ätzung in Polyedern auf, die dadurch entstehen, dass seine Körner sich gegenseitig in ihrem Wachstum beengen.

Cementit ist die chemische Verbindung des Eisens mit dem Kohlenstoff von der Formel Fe_3C. Es ist der härteste Bestandteil im Eisen, wird daher durch Ätzmittel nicht angegriffen. Ist der Kohlenstoffgehalt bedeutend höher, so tritt bei gleichzeitiger Anreicherung von Silicium eine teilweise Abscheidung des Kohlenstoffes als Graphit oder Temperkohle auf. Dieser Fall ereignet sich im grauen Roheisen und Gusseisen, während im weissen Roheisen im Cementit Perlit vorhanden ist.

Auch die *Perlitkristalle* sind härter als der Ferrit. Sie weisen nach der Ätzung einen braunen oft perlmutterähnlichen Glanz auf. Als eutektoidische Mischung von Cementit und Perlit treten sie in langsam abgekühlten kohlenstoffreicheren Eisensorten auf. Während der Perlit in derartig abgekühlten Stahlsorten in Lamellen sich vorfindet, erscheint er nach langem Anlassen gekörnt von Ferritflächen eingeschlossen.

Wird die durch langsame Abkühlung bedingte regelmässige Lagerung der Perlitkristalle gestört, zum Beispiel durch das Ablöschen des auf Rotglut erhitzten Stahles, so gehen sie in ein nadelförmiges Gefüge über, das nach seinem Entdecker als *Martensit* bezeichnet wird. Es ist der härteste Bestandteil der abgeschreckten Kohlenstoffstähle. Im Gegensatz zum Cementit, dessen Flächen auch auf den mit alkoholischer Salzsäure behandelten Schliffproben stets spiegelblank erscheinen, wird er von jenem Ätzmittel verschieden stark angegriffen. Bei vollkommener Unterkühlung von Stahlproben bis mit etwa $2\,^0/_0$ Kohlenstoffgehalt, soll das Material fast eine feste Lösung von Eisenkarbid in γ-Eisen vorstellen.

In der letzteren allotropen Modifikation befindet sich das Eisen bekanntlich bei der Erstarrung aus seinem flüssigen Zustande. Bei langsamer Abkühlung des γ-Eisen geht es bei etwa 910^0 in die β-, und schliesslich gegen 780^0 in die magnetische α-Modifikation über.

Da die Umwandlung des Eisens bei diesen Temperaturen unter Freiwerden von Wärme erfolgt, die eine vorübergehende Verzögerung der fortschreitenden Abkühlung verursacht, wurden diese Temperaturgrade als Haltepunkte bezeichnet.

Ausser den bereits angeführten Gefügeteilen kennt man noch *Austenit, Troostit, Osmondit, Sorbit* und *Ledeburit* im Gefügebau der höheren Kohlenstofflegierungen. Es sind meistens Übergangsbestandteile zwischen Martensit und Perlit, die wir nur erwähnen wollen, da sie für unsere Untersuchungen nicht in Betracht kommen. Nur der *Troostit* hat hier für uns insofern Interesse, als sich seine dem Martensit ähnelnde Struktur von harten, durch Pikrinsäure sich braunfärbenden Körnern beim Ablöschen von Stählen in weniger schroff wirkenden Flüssigkeiten, wie zum Beispiel in einem Ölbade, bilden sollen.[17])

Durch die thermische Analyse und auf Grund der Haltepunktsbestimmungen wurde nun gefunden, dass die Gefügezustände der Eisenkohlenstofflegierungen bei langsamer Abkühlung innerhalb bestimmter Temperaturen stabil sind, wie der fachmännische Ausdruck lautet. Durch plötzliche Abkühlung gestört, nimmt aber dieser Zustand gerade die entgegengesetzten Eigenschaften an, besitzt doch in diesem Stadium das Gefüge eines Stahles eine so auffallend hohe Empfindlichkeit, dass schon bei Anlasstemperaturen von 230—250° die Wirkung des Abschreckens teilweise aufgehoben wird, indem das Gefüge bestrebt ist, in den der jeweiligen Temperatur entsprechenden Zustand des langsam abgekühlten Eisens wieder überzugehen.

Das Zustandsdiagramm der Eisenkohlenstofflegierungen sieht ähnlich aus wie das einer Eiskochsalzlösung.[18]) Der Aufbau solcher Legierungen konnte durch die graphische Beobachtung der Umwandlungstemperaturen ihrer Strukturelemente innerhalb 1000 und 600° erklärt werden, indem man die Temperaturen auf eine Ordinatenachse, ihren Kohlenstoffgehalt dagegen auf eine Abszissenachse eintrug. Innerhalb der Temperaturen von 1000 bis 700° herrscht der martensitische Zustand, aus dem sich bei Eisensorten bis mit 0,95 % Kohlenstoff von etwa 900° an je nach dem Prozentgehalt des jeweiligen Kohlenstoffgehaltes Ferritkristalle ausscheiden, während die kohlenstoffreicheren Legierungen mit 0,95—1,6 % zwischen 1000 und 700° Cementit in der festen martensitischen Mutterlauge bilden. Unterhalb 700° geht aber der martensitische Zustand bei 0,95 % Kohlenstoff in den festen perlitischen Zustand über, der bei weniger Kohlenstoffgehalt Ferrit, im andern Falle Cementit enthält. Diese für das

---

[17]) S. *B. Dessau,* Die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Legierungen. Braunschweig 1910.

[18]) Es soll hier nur das Zustandsdiagramm beschrieben werden, das für unsere Eisenerze in Betracht kommt. In den eigentlichen Diagrammen sind die Gefügezustände der Eisenkohlenstofflegierungen von 0—6% C innerhalb der Temperaturen von 1505—400° berücksichtigt; vergl. *Desch-Caspari,* Metallographie. S. 214, und *Tammann,* Lehrbuch der Metallographie, S. 250.

System Eisenkohlenstoffe so charakteristische Erscheinung wurde gleichfalls als Eutektikum angenommen. Denn ebenso wie in der eutektischen 23 % Kochsalzlösung, je nach der Konzentration Eis- oder Kochsalzkrystalle eingeschlossen wurden, finden wir im eutektoiden perlitischen Zustand des Eisens zwischen 700 und 600° bis 0,95 % Kohlenstoff Ferritkristalle, in kohlenstoffreicheren Eisensorten dagegen Cementit vertreten.

Als die zum Abschrecken geeignetste Temperatur des Stahles — Werkzeugstähle können nebenbei bemerkt bis 1,8 % Kohlenstoff enthalten — wurde ein Erhitzen auf 800° gefunden. Je rascher die Abkühlung erfolgt, desto dichter werden die Eisenkarbidnadeln sich bilden und so einen günstigen Einfluss auf die Härte ausüben. Wie schon erwähnt, wird letztere durch Erhitzen wieder teilweise aufgehoben. Doch auch diese für die Brauchbarkeit des Stahles so nachteiligen Eigenschaften hat man mit Hilfe des Zustandsdiagrammes überwinden können, indem man durch die Beobachtung der Umwandlungstemperaturen des Aufbaues der nickel-, chrom-, wolfram- oder vanadinhaltigen Eisensorten beweisen konnte, dass ihre Übergangstemperaturen zwischen martensitischem und perlitischem Zustand weit unter 700° zu liegen kommen. Dadurch gelang es, die vorzüglichen modernen Spezialstähle für Werkzeuge und Maschinenteile herzustellen, die auch trotz der bei starker Beanspruchung eintretenden Erwärmung ihren martensitischen Zustand behalten können.

Geht schon hieraus die ungeheuere Bedeutung der Metallographie für die moderne Eisenindustrie hervor, so wird uns andererseits auch ihre wichtige Rolle als Ergänzung der chemischen Analyse verständlich. Denn erst durch den metallographischen Befund ist es dem Chemiker möglich, die richtige Auswahl seines Analysenmaterials zu treffen. Gibt ihm doch das mikroskopische Bild Aufschluss über den annähernden Kohlenstoffgehalt des Eisens, über Anreicherungsstellen von Phosphor und Schwefel in Flusseisenproben und über das Auftreten von Schlackeneinschlüssen, durch deren Verschiedenheit zugleich eine Unterscheidung des Schweiss- von Flusseisen möglich ist.

Während im Schmiedeeisen die Zusammenschweissung des Materials beurteilt werden kann, lassen die Seigerungsstellen je nach ihrem Auftreten eine Beurteilung des Flusseisens zu. Durch die Ätzung von Tempergussproben erhalten wir ferner Auskunft, ob die Entkohlung des weissen Roheisens richtig gelungen ist, im cementierten Eisen aber werden wir den Verlauf der Kohlung des ursprünglich kohlenstoffarmen Eisens begutachten können.

Einen Einblick in die metallographische Erforschung der modernen Stahlsorten gewinnen wir am besten durch den von Prof. *Strauss* in Bonn anlässlich der Hauptversammlung des Vereins

Deutscher Chemiker im Sommer 1914 gehaltenen Vortrag,[19]) während *Martens* im II. Teil seiner Baumaterialienkunde über die Materialbeurteilung der verschiedenen Eisensorten wohl am eingehendsten unterrichtet. Prof. *Heyn* vergleicht darin in seiner Einleitung die Gefügebilder der geätzten Schliffproben mit Urkunden, die über das Entstehen und die Art der Behandlung des Eisens berichten. Wir möchten diese Bezeichnung auch für unsere metallographischen Aufnahmen anwenden, durch die wir eine Urkunde über die Technik und das Material der vor mehr als 2000 Jahren lebenden Schmiede und Bronzegiesser im folgenden Teil unserer Untersuchungen vorlegen möchten.

Metallographische Beobachtung der Eisenfunde.[20])

Für die Untersuchung wurden 10—15 mm dicke Scheiben mit der Metallsäge quer zur Längsrichtung von den betreffenden Stücken abgeschnitten. Das Schleifen der einzelnen Proben erfolgte auf mit Schmirgelpapier beklebten Holzscheiben, wobei der Schliff durch einen in einer eisernen Führung befindlichen Halter behutsam dem Schleifmaterial genähert wurde. Letzteres bestand aus sechs verschiedenen Körnungen. Von der gröbsten Körnung wurde allmählich bis zum feinsten Korn „000“ übergegangen.

Die Schliffe wurden makroskopisch und mikroskopisch untersucht. Für die makroskopische Prüfung wurden die Schleifproben mit einer Kupferammoniumchloridlösung von der Verdünnung 1 : 12 behandelt, um schon mit unbewaffnetem Auge Aufschluss über das Material zu erhalten. Die Ätzdauer erstreckte sich genau auf 60 Sekunden, worauf der sich auf dem Schliffe bildende Kupferniederschlag im fliessenden Wasser mit einem Wattebausch entfernt, und der Schliff sofort durch Betupfen mit Alkohol getrocknet wurde.

Für die mikroskopische Prüfung diente als Ätzmittel eine Lösung von 1 ccm Salzsäure vom spez. Gewichte 1,19 in 100 ccm absolutem Alkohol. Die Ätzdauer schwankte hier zwischen 3 und 15 Minuten. Die Beobachtung und mikrophotographische Aufnahme der Schliffe wurde im Laboratorium für angewandte Chemie des Herrn Prof. Dr. *H. Kreis* ausgeführt, welcher den einen von uns in liebenswürdigster Weise in die mikrophotographische Praxis einführte.

---

[19]) Zeitschrift für angewandte Chemie 1914. Bd. I. S. 633: *B. Strauss*, Mikroskopische Stahluntersuchung.

[20]) Unter teilweiser Benutzung von *E. Heyn* und *E. Borner*, Metallographie, Sammlung Göschen 1909; *E. Preuss*, Die praktische Nutzanwendung der Prüfung des Eisens, Berlin 1913, und *Desch-Caspari*, Metallographie.

Zwecks der metallographischen Untersuchung mussten die geätzten Flächen der Proben genau senkrecht zur optischen Achse des Mikroskopes zu stehen kommen. Dies wurde, da uns bei der einfachen mikroskopischen Ausrüstung kein justierbarer Objekttisch zur Verfügung stand, durch eine ebenso einfache wie praktische Einrichtung nach *Stead*[21]) erreicht, die es ermöglicht, die Schliffflächen genau parallel zum Objektträger zu bringen. Die Schliffproben wurden mit der geätzten Fläche nach unten auf eine Glasplatte (Objektträger) gelegt. Nachdem auf die Rückseite eine kleine Menge Plasticin gebracht worden war, wurde ein passender Messingring mit genau parallel geschliffenen Rändern darüber gelegt. Darauf wurde ein zweites Objektträgerglas behutsam auf die Plasticinmasse gedrückt, bis seine Fläche die parallelen Ränder des Ringes gleichmässig berührten, wobei der Objektträger mit der anhaftenden Probe umgekehrt auf den Mikroskoptisch gebracht wurde.

Bei schwacher Vergrösserung erfolgte die Beobachtung der Schliffe durch Beleuchtung mittelst eines Planparallelglases, das in einem Halter im Winkel von 45° unter dem Objektiv des Mikroskopes befestigt war.

Für stärkere Vergrösserungen wurde ein Vertikalilluminator nach Zeiss mit kurzgefasstem Objektiv, über dem sich ein total reflektierendes Prisma im Tubus befand, gebraucht. Mit den Huygen'schen Okularen 1, 2 und 4 und dem Objektiv C wurden 100-, 125- und 222-fache Vergrösserungen erreicht. Die Entfernung zwischen Objektiv und Okular betrug während der Beobachtung 190 mm.

Während für die flüchtige direkte Beobachtung, zum Beispiel zur Kontrolle der Ätzwirkung, eine kleine Glühlampe in entsprechender Anordnung als Lichtquelle genügte, musste für die Mikrophotographie hingegen zur Verwendung des elektrischen Lichtbogens in Form einer Liliputbogenlampe nach Leitz mit verstellbarer Beleuchtungslinse gegriffen werden.

Ein kleines Wassergefäss zur Absorption der Wärmestrahlen, Mattscheiben und Irisblende, sowie Lichtfilter auf einer kleinen optischen Bank zentriert, wurden dabei vorgeschaltet. Ihre Anordnung erfolgte nach den von *H. Desch* gemachten Angaben.

Bei Anwendung des Zeissilluminators wurden ausserdem noch zur Ablenkung der Randstrahlen zwischen Objektiv und Prisma Blenden verschiedenen Durchmessers eingeschoben.

---

[21]) Vergl. *Desch-Caspari,* Metallographie, S. 94.

Während für die subjektive Beobachtung sowie für die Aufnahmen der makroskopischen Gefügebilder an Stelle eines Farbenfilters eine Mattscheibe genügte, musste für die Mikrophotographie zur Erreichung eines monochromatischen Lichtes eine in einer Küvette befindliche Kaliumbichromatlösung in den Lichtstrahl eingeschaltet werden. Auch mit einem grünen Farbfilter wurde erfolgreich gearbeitet.

Die photographischen Aufnahmen wurden mit einer an einer Stahlsäule befestigten und daran verschiebbaren Vertikalkamera im Dunkelzimmer ausgeführt. Für die makroskopischen Bilder befand sich das in einem Tubus durch Mikrometerschraube verstellbare Objektiv direkt an der Kamera. Als Plattenmaterial kamen hierbei Trockenplatten von Lumière-blau in Anwendung. Ihre Belichtungsdauer variierte bei Vorlage der Mattscheiben zwischen 3 und 5 Minuten.

Für die stärkeren Vergrösserungen erfolgten die Aufnahmen durch ein Mikroskop von Zeiss hindurch, das auf justierbaren Stellschrauben auf dem Fuss des Statives ruhend, durch eine unstarre Verbindung eines lichtdichten Messingverschlusses mit der Kamera verbunden wurde. In den Hohlraum einer auf dem Objektivbrettchen des Apparates befestigten doppelwandigen Messinghülse wurde ein einfaches Messingrohr, dessen mit Samt abgedichteter Boden durch das Okular auf dem Tubus des Mikroskopes festgehalten wurde, durch behutsames Herablassen des Balges geschoben. Darauf fand durch eine Justierung der unter dem Fuss des Mikroskopes befindlichen Stellschrauben die parallele Einstellung des mit Kreuztischbewegung ausgerüsteten Objekttisches zur Einstellung der Kamera statt. Die zunächst ohne Apparat bewirkte Einstellung des Bildes wurde nach dem Aufsetzen der Kamera mit Hilfe einer Einstellupe durch die Mikrometerschraube des Objekttisches endgiltig vollzogen.

Die linearen Vergrösserungen, durch die verschiedenen Okulare hervorgerufen, wurden durch die photographische Aufnahme eines Objektmikrometers festgestellt.

Als Plattenmaterial wurden für die Mikroaufnahmen neben Silbereosin- besonders die orthochromatischen Perutz-Perxantoplatten mit gutem Erfolge verwendet. Ihre Belichtungszeit hing von der Natur der Schliffe und von dem Gebrauch der Farbenfilter, Mattscheiben und der Grösse der Blenden ab, die zur Erlangung eines klaren Bildes je nach Bedarf eingeschaltet werden mussten. Sie lag ungefähr zwischen 5 und 15 Minuten. Als Entwickler wurde Metol-Hydrochinon mit gutem Erfolge benutzt.

Ausführung der metallographischen Untersuchung nebst speziellen Notizen zu den einzelnen Aufnahmen.[22])

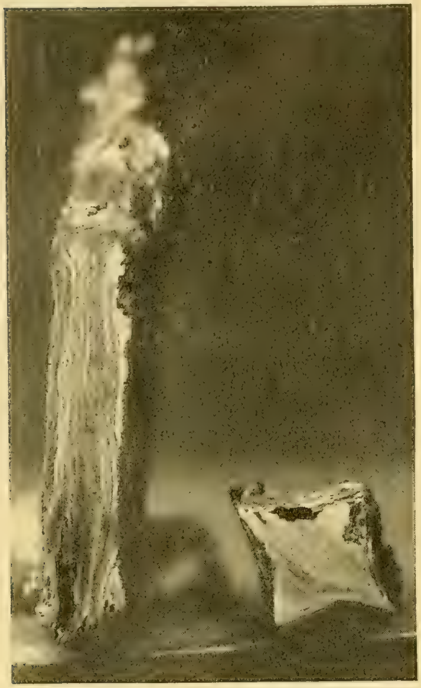


Fig. 1.

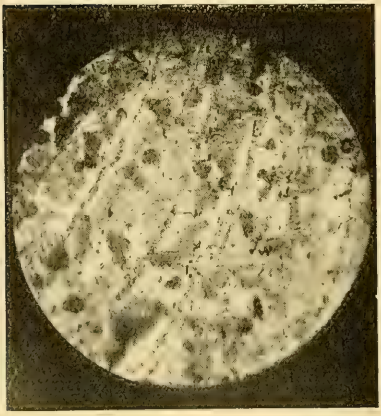


Fig. 2.

I. Hallstattschwert.

Die ganze Unvollkommenheit, der ganze primitive Zustand in der ersten Jugend der Eisentechnik der Hallstattzeit, zeigt sich hier wieder wie in dem in der Dissertation von *St. Krzyzankiewicz* beschriebenen Eisenstück von Castaneda. Immerhin können wir trotzdem dieser alten Eisentechnik unsere Bewunderung nicht versagen. Denn wenn auch die Kunst des Verhüttens auf einer sehr niedrigen Stufe stand, so war die Kunst des Schmiedens schon sehr hoch entwickelt. Da es den Schmieden damals nicht möglich war, aus den Rennfeuerherden grosse homogene Stücke zu erhalten, so wurde das Schwert aus lauter einzelnen dünnen, nur wenige Millimeter dicken drahtartigen Barren geschmiedet, welche durch längeres Hämmern mit einander verschweisst wurden. Das Schwert war einschneidig, und in sehr hübscher Weise lassen sich auf der Photographie (Fig. 1) die einzelnen parallel zu einander laufenden Schweisslinien erkennen. Durch Hämmern wurde der Rücken des Schwertes abgeflacht, denn man sieht deutlich, wie die Schweisslinien nach beiden Seiten auseinander getrieben worden sind. Ferner sind dunkle Schlackeneinschlüsse und in der Mitte des Bildes ein Riss infolge schlechter Verschweissung sehr gut sichtbar. Das ganze gibt ein äusserst klares, schönes Bild von dem Stande der Schmiedekunst der Hallstattleute.

---

[22]) Herrn Professor Dr. A. Bernoulli sagen wir auch an dieser Stelle herzlichen Dank für freundliche Mithilfe bei der Beurteilung der metallographischen Aufnahmen.

Mikroskopische Prüfung: Beobachtung des Schliffes bei 100facher Vergrösserung. Ätzmittel: Salzsäurealkohol, Einwirkung etwa 6 Minuten.

Schliff gelb gefärbt, von bläulich hindurchschimmernden Linien unterbrochen, die an einzelnen Stellen stärker werden. In der Nähe des Schwertrückens grosse dunkle Perlit- und hellere Ferritkristalle, letztere aber sonst in überwiegender Anzahl vorhanden. Ferrit erscheint infolge längerer Ätzung gelb gefärbt.

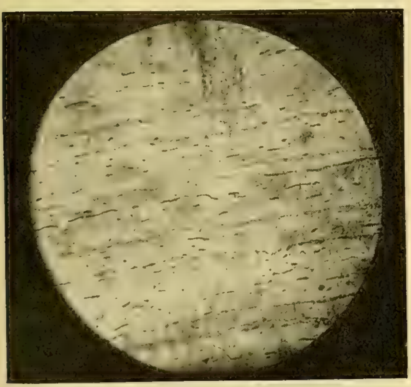


Fig. 3.

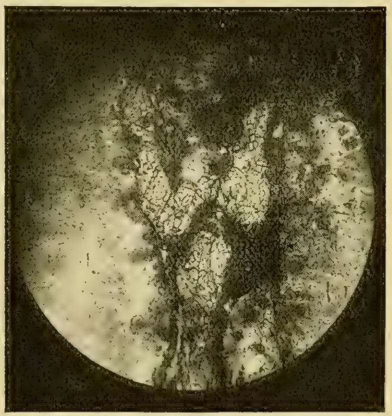


Fig. 4.

Das Stück muss unterhalb 700⁰ mechanisch bearbeitet worden sein, da die Kristallstreckung deutlich wahrnehmbar ist (vgl. Lichtbild 3). Ferner Beobachtung von Schweisschlacke.

Lichtbild 2 zeigt bei 100facher Vergrösserung die Materialverschiebung am Rücken der Klinge. Die dunklen Partien sind dunkelbraune Perlitkristalle, während der Ferrit gelblich gefärbt vorherrscht. Wegen der Grösse der Kristalle kann eine sehr langsame Abkühlung des Eisens angenommen werden.

Aufnahme 3 stellt eine Stelle aus der Mitte dar. Streckung der Kristalle. Gefüge ähnelt demjenigen des kaltgewalzten Flusseisens, von diesem aber wegen der vorhandenen Schweisseisenschlacke unterscheidbar.

Auf Bild 4 ist in der Mitte die Schlacke mit Einsprenglingen gut zu erkennen. Typisch für Schweisseisen!

II. Hallstattspeerspitze.

Makroskopische Prüfung: Beim Durchsägen des Stückes erwies sich die Randzone als sehr hart, während der mittlere Kern bedeutend weicher war und mit dem Messer geritzt werden konnte. Auf dem Schliff war ein ganz feiner kleiner Riss sichtbar. Das durch das Kupferammoniumchlorid hervorgerufene Gefügebild hat ein ganz anderes Aussehen, als das des vorher untersuchten Schweisseisens. Seine dunklen Partien deuten eher auf Seigerungsstellen von Flusseisen hin, das aber die Alten nicht kannten. Immerhin besteht das Stück aus einem einheitlichen Kern, über den anscheinend das Blatt der Speerspitze geschweisst worden war. Wenigstens lassen die an den Rändern sitzenden, von dem Kern durch eine Schweisslinie sich deutlich abhebenden kleinen Eisenteilchen darauf schliessen (Fig. 5).

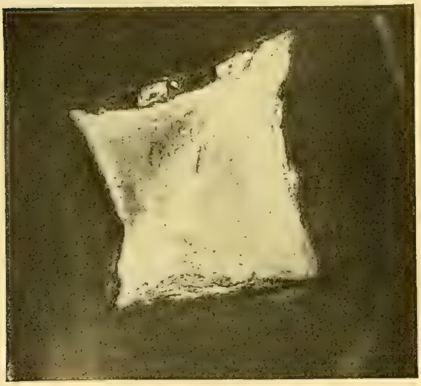


Fig. 5.

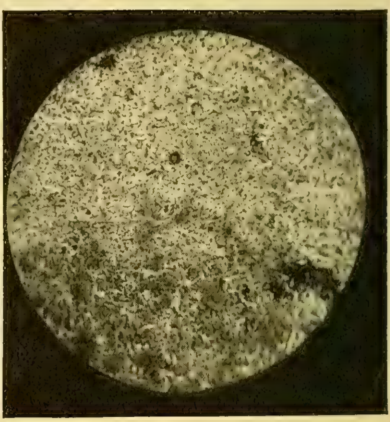


Fig. 6.

Mikroskopische Prüfung: Nach einer Ätzung von 3 Minuten Auftreten von Ferrit und dunklem Perlit. In der Mitte des Schliffes erschien das Gefüge dunkler als an den Rändern, die teilweise helle unangegriffene Partien aufweisen. Ferner Auftreten von schwarzen runden Punkten an einigen Stellen in der Nähe der Randzone. In den mittleren Partien des Schliffes wurde ein ausserordentliches feines Gefüge beobachtet. Schlackeneinschlüsse konnten nicht sicher festgestellt werden, es ist aber anzunehmen, dass die dunklen

Stellen im Gefüge von durch das Schleifen herausgerissener Schlacke herrühren.

Auf Lichtbild 6 ist das feine nadelige Gefüge, wie es dem Martensit eigentümlich ist, gut erkennbar. Seine charakteristische Struktur, die sich trotz des hohen Alters nicht verändert hat, beweist, dass das Eisen durch Abschrecken gehärtet worden ist.

Lichtbild 7 zeigt das Gefüge der Randzone links von den dunklen Partien, welche die makroskopische Prüfung ergab. An dieser Stelle, die keine hellere Randzone hatte, zeigt das Gefügebild eine gröbere Struktur. Diese lässt erkennen, dass das Material bedeutend kohlenstoffreicher ist als das des weichen Hallstattschwertes. Die dunklen Stellen sind wahrscheinlich durch ausgebrochene Schlackenstückchen entstanden. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Prof. *Bernoulli* war dieses Eisen viel leichter härtbar als das vorhergehende Stück, da infolge des relativ hohen Kohlenstoffgehaltes der Umwandlungspunkt Martensit, Ferrit und Perlit viel niedriger als bei Probe 1 liegt.

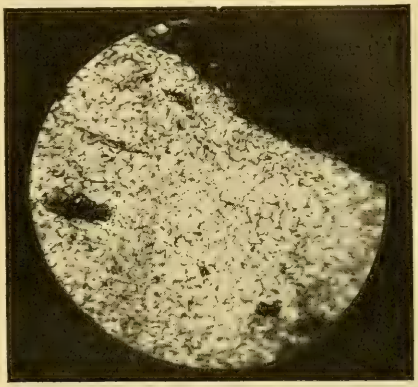


Fig. 7.

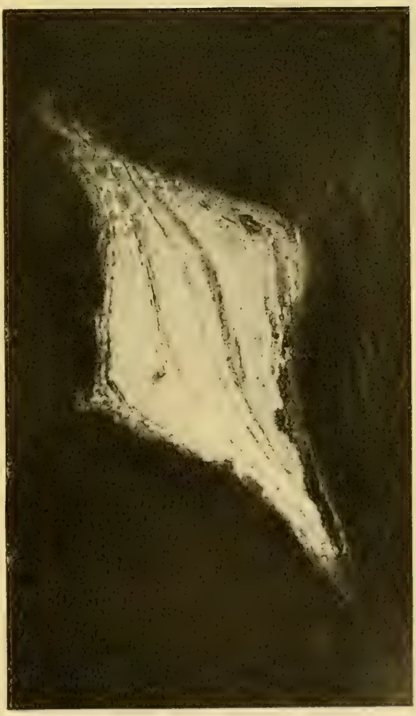


Fig. 8.

III.

Mittel-La Tène-Lanzenspitze.

Makroskopische Prüfung: Nach der üblichen Ätzung waren die einzelnen Lagen, aus denen die Spitze zusammengeschweisst wurde, zu erkennen. Auch hier wurden wie beim ersten Eisenfund beim Frischprozess die einzelnen Luppen anscheinend vor dem entkohlenden Einfluss des Sauerstoffes geschützt. Es erscheinen daher diese kohlenstoffreicheren Stellen als breite dunkle Linien zwischen dem zusammengeschweissten Material, wodurch dessen Bearbeitungsweise so gut sichtbar wurde. Schon bei dieser schwachen Vergrösserung konnte das Auftreten von Schlacken beobachtet werden. Der Umstand, dass der innere Kern nach der Analyse viel geringeren Kohlenstoffgehalt aufwies, 0,1 $^0/_0$ gegen 0,53 $^0/_0$ in der Randzone, deutet darauf hin, dass ein zäheres, besseres Material auf den weichen Eisenkern geschweisst und mit ihm zusammen zum Blatt ausgereckt und geschmiedet wurde. Während bei der Hallstattspeerspitze die Mittelrippen im Querschnitt sich symmetrisch gegenüberstanden, hat hier eine beträchtliche Verschiebung des Materials durch Hämmern stattgefunden (Fig. 8).

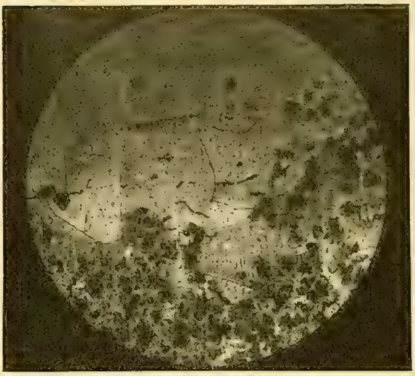


Fig. 9.

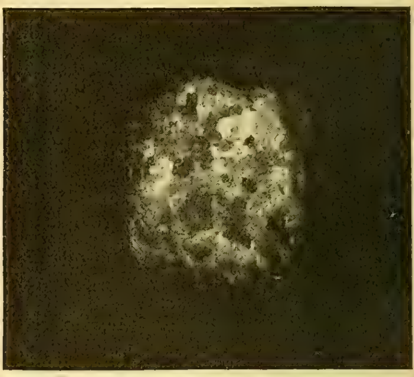


Fig. 10.

Mikroskopische Prüfung: Bei hundertfacher Vergrösserung wurden nach der Ätzung grosse Flächen von reinem Ferrit von polyedrischer Körnung beobachtet. Da die würfelige Struktur bei siliciumhaltigem Eisen besonders gut sichtbar werden soll, wäre diese Erscheinung auf den verhältnismässig hohen Siliciumgehalt — er betrug 0,25 $^0/_0$ — zurückzuführen.

Daneben konnten einzelne Partien grosser dunkler Perlitkristalle, die in den durch die makraskopische Prüfung erschienenen dunklen Linien ganze Nester bildeten, festgestellt werden. Letztere könnten eher mit Temperkohle verglichen werden, deren Nachweis jedoch wegen Mangel einer erheblich stärkeren Vergrösserung nicht erbracht werden konnte.

Da im Gefügebild weder Martensit noch Troostit konstatiert werden konnten, ist die Waffe sicher nicht durch Abschrecken gehärtet worden.

Neben kleinen Schlackeneinschlüssen zeigt Lichtbild 9 eine Übergangsstelle zwischen den grossen Ferritflächen und den kohlenstoffreicheren Partien. Leider gelang es uns nicht, die beschriebenen Waben des Ferrits auf der photographischen Platte festzuhalten, immerhin sind wenigstens die reinen Ferritflächen gut sichtbar. Auch in diesem Gefüge wurden kleinere Risse beobachtet. Nach der Grösse der Kristallkörner scheint das Eisen unterhalb 700° nach erfolgter langsamer Abkühlung geschmiedet worden zu sein.

Aus den Photographien ist der Fortschritt der La Tène-Zeit gegenüber der Hallstattzeit deutlich zu ersehen. Konnten doch nun bedeutend stärkere Luppen verarbeitet werden.

IV. Mittel-La Tène-Fibel.

Makroskopische Prüfung: Zunächst wurde der Bügel mit dem Bruchteil des Schlussstückes der Nadelrinne angeschliffen, um festzustellen, ob letzterer durch Verschweissung mit jenen verbunden worden war. Hierbei löste sich das betreffende Stück vom Bügel los, wobei es sich zeigte, dass das Schlussstück am Ende in ein breites Band ausgeschmiedet nach Art der Herstellung der Mittel-La Tène-Fibeln um den eigens dazu verdickten mittleren Teil des Bügels gewunden worden war. Der innere Teil des verstärkten Bügels wurde zu diesem Zwecke flach gehämmert. Die in der Randzone auftretende Streckung der Kristalle, die auf

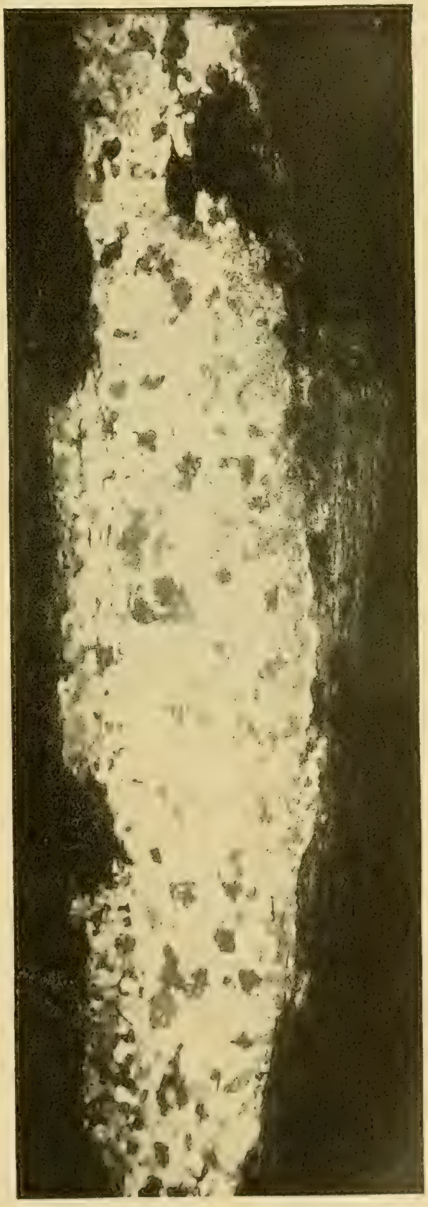


Fig. 11.

dem Bild Nr. 11 deutlich wahrnehmbar ist, lässt diesen Vorgang erkennen. Nach dem vergrösserten Querschnitt der Nadel wurde die Fibel aus einem vierkantigen Eisendraht hergestellt, in dessen Eisenkern aber eine durch Bearbeitung bedingte Materialverschiebung nicht beobachtet werden konnte (vgl. die Aufnahme 11).

Dagegen zeigte sich im Gefüge der Spirale eine durch ihre Wicklung verursachte Streckung der Kristalle. Auf einem Längsschnitt der Spiralfeder wurde letztere Veränderung festgestellt.

War schon auf diesen Schliffen eine gröbere Struktur des reinen kohlenstoffarmen Eisens zu erkennen, so treten in Fig. 10 nach erfolgter Ätzung mit Kupferammoniumchlorid schon bei 11facher Vergrösserung ausserordentlich grosse Ferrit- und Perlitkristalle auf, die bei 100facher Vergrösserung geradezu ins riesenhafte anwachsen.

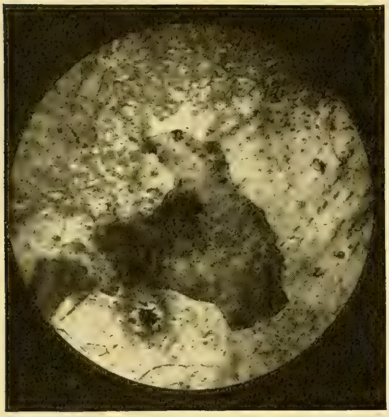


Fig. 12.

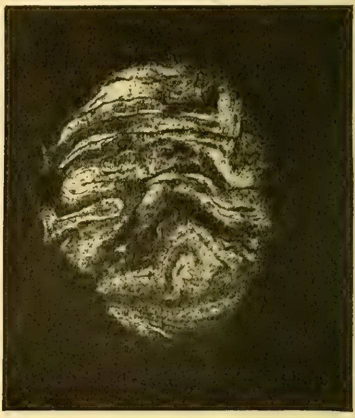


Fig. 13.

Mikroskopische Prüfung: Das eigenartige Gefüge von Fig. 12 wurde durch 6 Minuten langes Ätzen mit alkoholischer Salzsäure enthalten. Neben den ungeheueren Kristallbildungen sind über der ganzen Schlifffläche kleine dunkle Punkte verteilt; anscheinend körniger Perlit, der nebenbei bemerkt auch in sehr langsam angelassenen Stählen angetroffen wird. Schlackeneinschlüsse konnten auf diesem Schliffe ebenfalls nicht positiv nachgewiesen werden, eventuell rührt die grosse, runde, dunkle, hellumränderte Partie von herausgebrochener Schlacke her.

Das Gefüge gleicht dem eines bei höherer Temperatur durch längere Zeit hindurch erhitzten Eisens. Durch andauerndes Erhitzen zwischen 700 und 800⁰ zeigt zum Beispiel Flusseisen nach dem Ätzen ein ebensolches grobes Gefüge, ohne dass dabei eine Sprödigkeit des Materials eintritt. *E. Preuss*[23]) hat so nach 36stündigem Erhitzen von modernen Eisenproben im Hempel'schen Glühofen ganz ähnliche Resultate erhalten. Dabei wurde interessanterweise beobachtet, dass Wachsen der Kristalle unter anderem auch von der chemischen Zusammensetzung des betreffenden Eisens abhängt, da das Gefüge verschiedener Eisensorten trotz der gleichen Erwärmungsdauer und des gleichen Erwärmungsgrades nach dem Ätzen bei Anwendung der gleichen Vergrösserung auffallende Abweichungen im Wachstum der Kristalle aufwies.

Nach Ansicht von Herrn Prof. *Bernoulli* scheint alles Eisen von Schmucksachen und dergleichen Gegenständen durch Anlassen absichtlich weich gemacht worden zu sein. Wir gehen daher nicht wohl fehl, anzunehmen, dass das Material der Fibel vielleicht durch tagelanges Glühen einen ähnlichen Prozess durchgemacht hat. Der etwas erhöhte Siliciumgehalt scheint die Festigkeit des kohlenstoffarmen Eisens begünstigt zu haben. Auch dieses Bild zeigt einen Fortschritt über die Hallstattechnik.

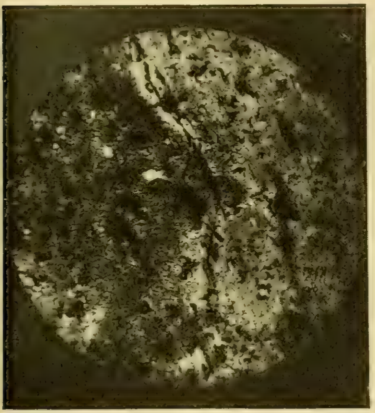


Fig. 14.

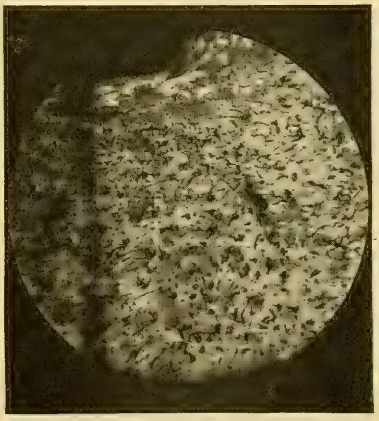


Fig. 15.

V. Ring Nr. 1 aus La Tène.

Nach der makroskopischen Prüfung wurde der Ring aus Schweisseisen geschmiedet. Die einzelnen Teile, aus denen er zusammengeschweisst wurde, waren ganz besonders gut sichtbar. Eine grössere Anzahl gut ausgeschmiedeter Eisenluppen wurden dem Bilde zufolge beim Schmieden in ihrer Lage verschoben, ja sogar umgebogen und geknickt. Die breiten schwarzen Partien sind wohl Seigerungserscheinungen von Phosphor, dessen auffallend hoher Gehalt von 0,12 % die Analyse schon ergeben hatte. In der Mitte des Stückes ist das Zusammenschweissen misslungen. Der an dieser Stelle stark gekrümmte breite Riss ist wahrscheinlich infolge von Kaltbearbeitung entstanden (Fig. 13).

---

[23]) *E. Preuss*, Prüfung des Eisens, Berlin 1913, S. 70.

Mikroskopische Prüfung: Bei 125facher Vergrösserung wurde auf dem Schliff nach der Ätzung mit Salzsäurealkohol in den mittleren Partien eine grössere Ausbildung der Ferrit- und der dunklen Perlitkristalle beobachtet als an den anscheinend kohlenstoffärmeren Randzonen; hier konnte sich ja auch das Gefüge schneller abkühlen als im inneren Teil des Ringes.

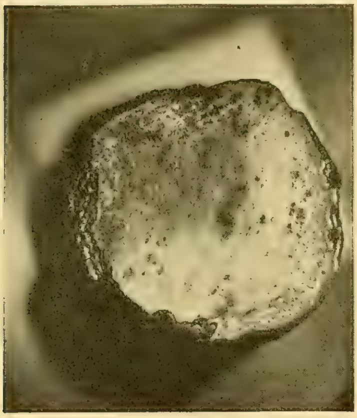


Fig. 16.

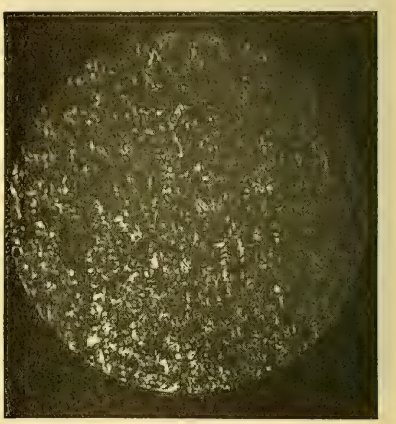


Fig. 17.

Lichtbild 14 zeigt uns die Struktur des inneren Kerns, dessen breite dunkle Streifen grösstenteils aus Perlit bestehen, während in den helleren Partien neben Schlackeneinschlüssen gut auskristallisierter Ferrit ausser dem Perlit auftritt. Demnach wurde das Eisen vorsichtig zur Ausschmiedung der Ringform angelassen und bei relativ langsamer Abkühlung weiter mechanisch bearbeitet. Dadurch wird die auf Fig. 15 besonders gut sichtbare Drückung der Kristalle, die in der Nähe des Randes beobachtet wurden, ohne weiteres verständlich.

Das ganze ist ein Stück ziemlich grober Arbeit und scheint fabrikmässig hergestellt worden zu sein.

VI. Ring Nr. 2.

Makroskopische Prüfung: Es zeigt sich ein ganz anderes Gefügebild, als es die Ätzung des Ringes Nr. 1 erbracht hat. Konnte man das Material des letzteren ohne weiteres als Schweisseisen bezeichnen, so fehlen hier alle Anzeichen dafür. Weder die Lagen von zusammengeschweissten Luppen, noch die Spuren einer Materialverschiebung sind auf dem Bild erkennbar. Dagegen fielen auf der linken Hälfte des Schliffes grosse dunkle Partien auf, die mehr den örtlichen Anreicherungen von Phosphor und Schwefel im modernen Flusseisen gleichen. Der Ring scheint aus einer einzigen Luppe geschmiedet worden zu sein, wobei sich durch Bearbeitung bei höherer Temperatur diese dunkle kohlenstoffreichere Zone bilden konnte.

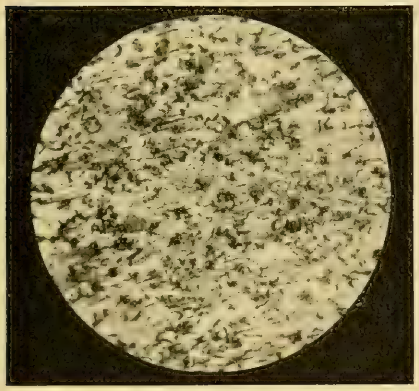


Fig. 18.

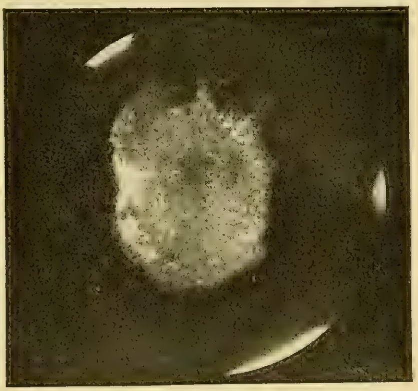


Fig. 19.

Dem Lichtbild nach Fig. 16 wurde das Eisen nur unvollkommen ausgeschmiedet. Die kleineren dunklen Stellen sind gewiss durch das Herausbrechen von Schlackenstückchen während des Schleifens entstanden. Bemerkenswerterweise wurde im Material kein Riss beobachtet; eine Kaltbearbeitung des Ringes hat demnach nicht stattgefunden.

Die mikroskopische Prüfung erbrachte bei 125facher Vergrösserung die gewünschte Aufklärung, sowohl über die oben beschriebenen dunklen Stellen im Gefüge des Eisens, als auch über dessen Behandlungsweise. Nr. 17 ist das Gefügebild der dunklen Seigerungszone, die nach dem reichlich vorkommenden Perlit bedeutend mehr Kohlenstoff enthält, als die helleren Partien des Querschnittes. Nach Fig. 18 bestehen diese aus wohlausgebildeten Ferrit- und Perlitkristallen, die sich ihrer Grösse nach von höheren Temperaturen sehr langsam auf mindestens 700° abkühlen konnten und wahrscheinlich auch unterhalb dieser Temperatur keine andere Behandlung erfahren haben.

Das Eisen besitzt demnach die Struktur eines langsam abgekühlten Schmiedeeisens, dessen Gesamtkohlenstoff von 0,4 $^0/_0$ sehr gleichmässig im Gefüge auftritt. Wüsste man nicht, dass das Stück aus dem Lager von La Tène stammte, so könnte man es für ein *modernes Flusseisen* halten.

VII. Ring Nr. 3.

Makroskopische Prüfung: In diesem Gefüge, Fig. 19, sind nach dem Ätzen mit Kupferammoniumchlorid ebenfalls keine Anzeichen einer Schweissung oder Materialverschiebung zu erkennen. Der kleine Ring wurde daher wohl in ähnlicher Weise hergestellt als sein grösserer Vorgänger. Die auffallende Homogenität seines Materials lässt sich durch den geringen Durchmesser des Stückes erklären. Offensichtlich besteht sein Gefüge in der Mitte hauptsächlich aus Perlit, während die helleren, anscheinend kohlenstoffsäureärmeren Randstellen eher Ferrit zu sein scheinen.

Die mikroskopische Prüfung wurde bei 125facher Vergrösserung vorgenommen.

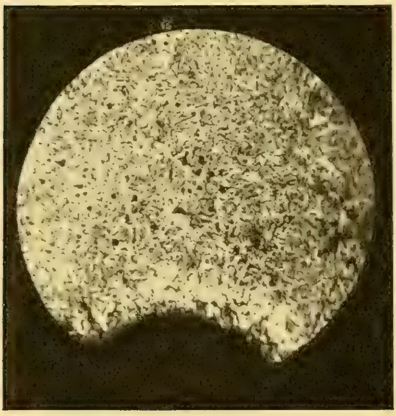


Fig. 20.

Ein sehr feines, dichtes Gefüge von Perlit- und Ferritkristallen liess eine rasche Abkühlung vermuten, die wahrscheinlich durch den geringen Durchmesser des 0,5 $^0/_0$ Kohlenstoff enthaltenden Ringes begünstigt wurde. Die helleren Partien des Randes konnten durch Ritzen mit einer Stahlnadel als weiche Ferritstellen erkannt werden.

Fig. 20 stellt das Gefügebild in der Nähe des Randes dar. Es ähnelt dem Gefüge eines getemperten Eisens von gleichem Kohlenstoffgehalt, ebenso dem eines ausgeglühten Stahles.

VIII. Gürtelschnalle.

Makroskopische Prüfung: Zunächst wurde der Rücken der Öse des Hackens in der Längsrichtung angeschliffen und geätzt. Nach Art der dunklen Partien scheint hier durch Hämmern eine Verzerrung des Gefüges bewirkt worden zu sein. Kleinere Risse, Schlacken, sowie durch Rost angegriffene Stellen sind ferner auf der Schliffläche gut sichtbar. Wie bei der Beschreibung des Stückes erwähnt wurde, sass die Öse durch ihre umgebogenen, flach ausgeschmiedeten Enden auf der eigentlichen Schnalle. Sie wurde mit derselben durch Nieten verbunden. Auf Abbildung 21 ist die durch Hämmern bedingte Materialverschiebung im Nietkopf noch sehr gut sichtbar. Zugleich sehen wir, dass die zusammengenieteten Teile der Schnalle aus Schweisseisenblech hergestellt wurden.

Mikroskopische Prüfung: Nach einer Ätzung von 6 Minuten konnte auf dem Querschnitt eines der Blechfragmente bei 100facher Vergrösserung das Gefüge aufgenommen werden. Dasselbe bestand nach dem mikroskopischen Bild, Fig. 22, aus Ferritflächen mit netzförmiger Äderung und dunkelbraunen grossen Partien, die mit schwarzen runden Stellen büschelartig durchsetzt waren. Nach längerem Ätzen glichen die dunklen Teile eher grossen Perlitflächen, sodass man vermuten könnte, die Blechstücke hätten eine ähnliche Behandlung erfahren wie die eiserne Fibel. Eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Bild Nr. 14 liegt jedenfalls vor.

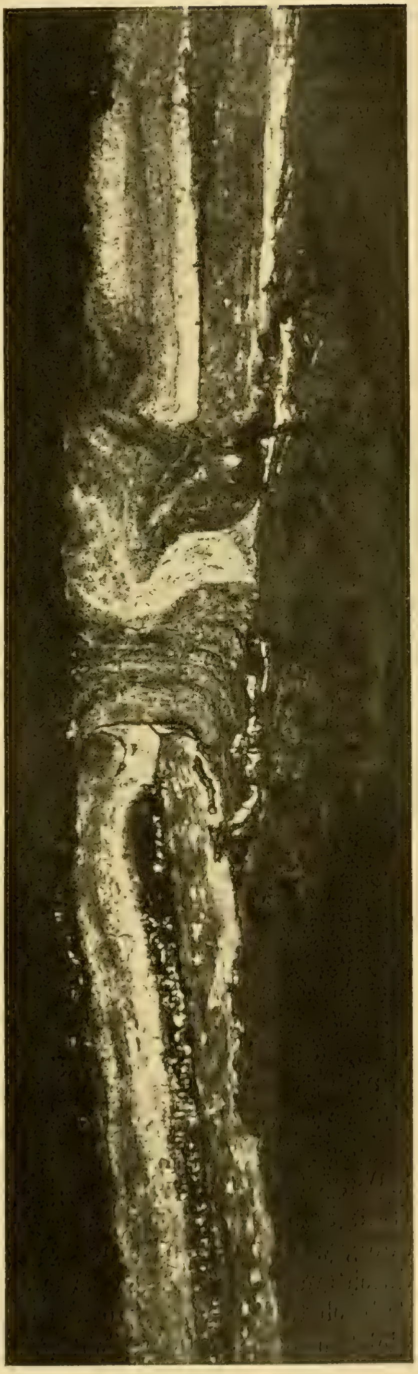


Fig. 21.

IX. Stück eines Werkzeuges oder Nagels.

Makroskopische Prüfung: Wie der durch die Analyse ermittelte hohe Kohlenstoffgehalt von 0,9$^0/_0$ erwarten liess, hat der Querschnitt das Gefüge eines kohlenstoffreichen Eisens, dessen Zusammensetzung sogar sich dem Eutektikum nähert. Der durch das Ätzmittel dunkel gefärbte Schliff, Fig. 23, wird nur in der Nähe des Randes von grösseren hellen Partien unterbrochen, deren wellenförmige Form an das dem Schweisstahl eigentümliche flammige Gefüge erinnert. Da schon mit unbewaffnetem Auge auf dem ungeätzten Schliff ein feiner Riss erkannt wurde, fand wohl eine Kaltbearbeitung des Materials statt.

Durch die Ätzung mit alkoholischer Salzsäure wurde unter dem Mikroskop ein Gefüge sichtbar, wie es bisher noch nicht beobachtet worden war. Lichtbild 24 zeigt den Gefügebau der mittleren Zone. Ihre Grundmasse besteht fast ausschliesslich aus Perlit, über den der Ferrit seiner geringen Menge zufolge in Form eines weissmaschigen Netzes verteilt ist. Die feinverteilten, zwischen der Ferritäderung auftretenden helleren Partien sind wahrscheinlich Cementit. Da der Umwandlungspunkt für Martensit, Cementit und Graphit bei etwa 700^0 liegt, dürfte diese Stelle des Eisenkerns nach dem freundlichen Gutachten von Herrn Prof. *Bernoulli* etwas hypereutektisch sein.

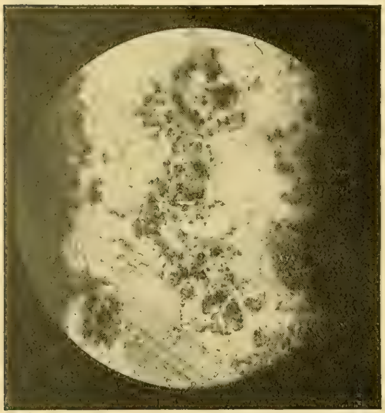


Fig. 22.

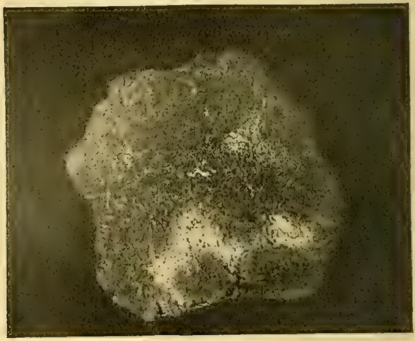


Fig. 23.

Die Struktur der auf dem makroskopischen Bild auffallenden hellen Flächen finden wir auf Lichtbild 25 vor. Es gleicht einem Gefüge von Austenit neben Martensit mit beginnender Cementitbildung, wie es bei abgeschreckten Stählen mit 0,9—2$^0/_0$ Kohlenstoff durch langsames Anlassen erhalten wird. Da letztere nach *Tammann* dadurch in ihrem Aufbau den langsam abgekühlten stabilen Stählen gleichen, nimmt es uns nicht wunder, wenn die beiden Strukturbilder dem Gefüge eines modernen Stahlgusses mittlerer Körnung gleichen. Deren gröbere Struktur geht übrigens bei 850—900° in ein feinkörniges Gefüge über.

Das Eisen wurde also höchst wahrscheinlich gehärtet. Es ist daher eher das Bruchstück eines Werkzeuges als das eines Nagels. Seine stahlähnlichen Eigenschaften musste es durch nachträgliches Erhitzen über 250° bei langsamer Temperatursteigerung zum grossen Teil wieder verloren haben.

X. *Eisenbarren aus Bibracte.*

Die metallographische Prüfung liess in Übereinstimmung mit den erhaltenen Analysenresultaten ein ganz vorzügliches Material erkennen. Kein Wunder, stammt doch das Eisen aus einer Epoche, in der in Gallien bereits eine hochentwickelte Eisenindustrie blühte, deren Technik unter der Herrschaft der Römer bedeutend verbessert wurde. Nach der makroskopischen Prüfung, Fig. 26, könnte sogar hier ein Flusseisen vorliegen, wenn nicht durch die mikroskopische Beobachtung die für Schweisseisen so typischen Schlacken nachgewiesen worden wären. Jedenfalls sind die durch Kupferammoniumchlorid auf dem Querschnitt des Stückes hervorgerufenen dunklen Partien Anreicherungen von Phosphor, der merkwürdigerweise in dem sonst so reinen Eisen bis zu 0,1 % gefunden wurde.

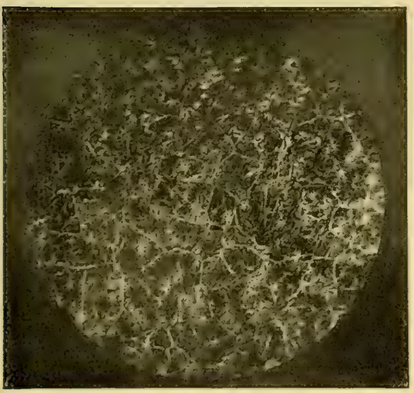


Fig. 24.

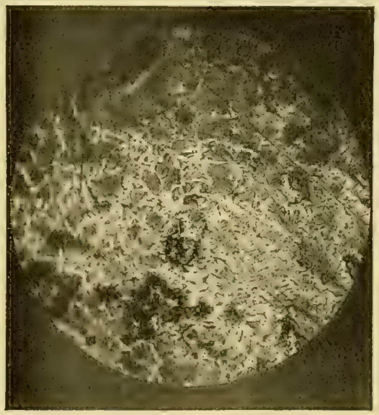


Fig. 25.

Auf Lichtbild 27 finden wir eine schöne Bestätigung der Kohlenstoffanalyse, die nur einen Gehalt von 0,08 % ergeben hatte. Das Gefüge besteht fast aus reinem Ferrit, der nur von kleinen Perlitkristallen und etwas Schlacke durchbrochen wird. Im Ferrit tritt ferner eine durch den höheren Siliciumgehalt anscheinend begünstigte netzförmige Abgrenzung von einigen Stellen auf.

Bestimmend für die Beurteilung des Materials war die Aufnahme 28, die ebenfalls in 125facher Vergrösserung erfolgte. Sie führt uns jene Stelle mit dem so typischen Schlackeneinschluss vor Augen. Als breites Band, in dessen Grundmasse die für die Schweisseisenschlacke charakteristischen helleren Partien sehr deutlich hervortreten, durchzog sie einen Teil des Gefüges.

Herr Prof. *Bernoulli* ist geneigt, das Stück wegen seiner vorzüglichen Qualität bereits für Kultureisen anzusprechen, da ein so geringer Kohlenstoffgehalt von nur 0,08 $^0/_0$ nur durch eine sehr hochentwickelte Eisentechnik erreicht werden konnte. Da ja in Bibracte auch noch in römischer Kaiserzeit gallische Schmelzwerkstätten betrieben wurden, könnte in diesem Falle ein vielleicht noch gallisches aber schon von römischer Technik beeinflusstes Produkt vorliegen.[24])

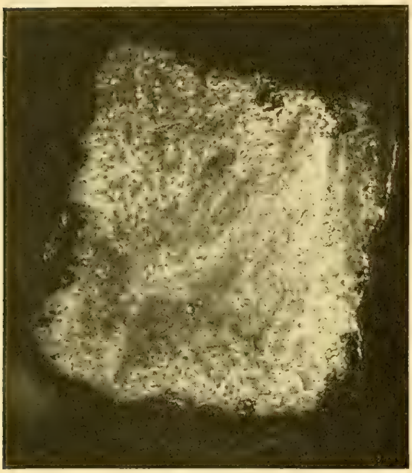


Fig. 26.

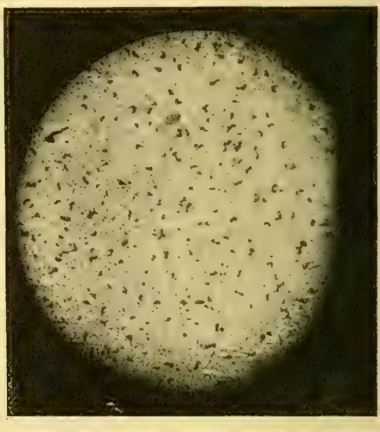


Fig. 27.

XI. *Japanisches Schwert.*

Für die makroskopische Untersuchung wurde die Klinge in der Nähe der Spitze und unterhalb des Dornes angeschliffen. Letztere

---

[24]) In *Becks* Geschichte des Eisens wird z. B. berichtet, dass man die Zerstörung einer von Bulliot ausgegrabenen Schmelz- und Schmiedestätte auf Grund der in ihr gemachten Münzfunde in die Zeit zwischen 27 und 10 vor Chr. datiert.

Stelle ergab ein auffallend ähnliches Gefügebild, wie der Querschnitt des Hallstattschwertes aufwies, nur erschienen nach der Ätzung die dem Schweisseisen eigentümlichen dunklen Striemen breiter. Auf Lichtbild 30 durchlaufen sie schon mehr in Form eines dunklen Bandes das Eisen, wobei sie zugleich am Rücken der Klinge genau wie bei dem Hallstattschwert eine eigenartige Materialverschiebung erkennen lassen. Dabei sind 4 bis 5 ganz feine Linien auf der Schliff-fläche sichtbar, die beweisen, dass die Klinge aus verschiedenen Lagen zusammengeschweisst wurde. Wir finden hier also die gleiche Technik wie bei dem Schwerte aus Hallstatt.

In der Nähe der Spitze rief dagegen die Ätzung mit Kupferammoniumchlorid ein ganz anderes Gefügebild hervor. Zwar waren die vier Schweisslinien gerade noch mit unbewaffnetem Auge teilweise wahrnehmbar, aber an Stelle des oben beschriebenen mittleren dunklen Striemenbandes traten durch das Ätzmittel auf beiden Seiten des Schliffes zwei gleichmässige dunkle Streifen auf, wie sie dem Gefüge des Schweisstahles eigentümlich sind.

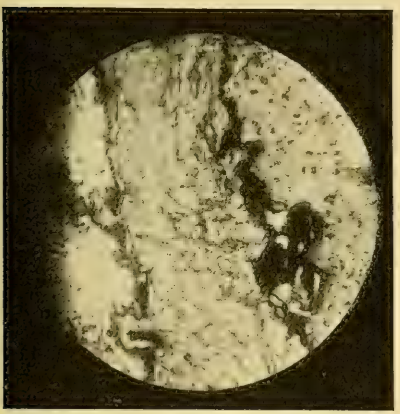


Fig. 28.

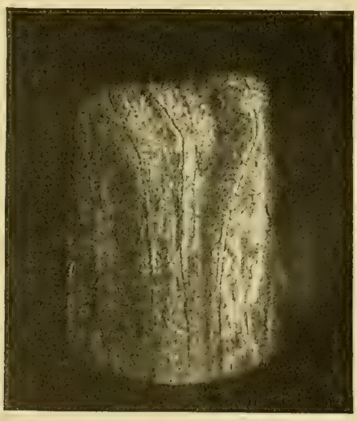


Fig. 29.

Fig. 29 stellt dieses Gefüge in 11facher Vergrösserung dar. Die dunklen Zonen, von denen die obere entsprechend der Materialverschiebung gekrümmt erscheint, laufen an der Schneide zusammen, so dass dieser Teil der Ätzprobe eine gleichmässige dunkle Partie bildet. Ferner konnte im mittleren Teil des Gefüges eine längliche Schlackenstelle bemerkt werden. Diesem Gefügebild zufolge scheint der obere Teil des Schwertes durch eine bei höherer Temperatur erfolgte nachmalige Behandlung eine Umwandlung im Gefüge durchgemacht zu haben.

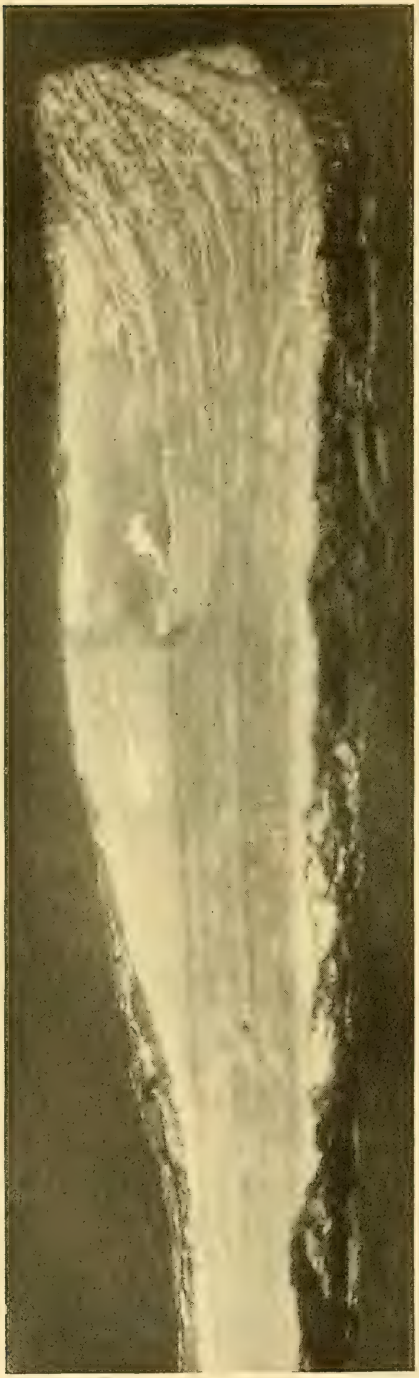


Fig. 30.

Mikroskopische Prüfung: Nach der Behandlung mit Salzsäurealkohol erschienen die soeben beschriebenen dunklen Zonen des makroskopischen Gefügebildes zunächst aus einer feinen Körnung zu bestehen. Während in der Mitte der breiten Schliffhälfte grössere Ferrit- und Perlitkristalle sich vorfanden, traten auf dem sonst dunkelgrauen Untergrund, besonders jedoch an der Spitze, dieselben weissen Äderungen von Ferrit hervor, wie sie das Gefüge von Fund IX bereits aufwies.

Die Aufnahmen Nr. 31 und 32 zeigen auf ihrer linken Bildhälfte die eigenartige Ferritausscheidung in den dunklen Zonen, während rechts davon die ungleichmässige, nadelförmige martensitische Struktur auf goldgelbem, körnigem Untergrund, der mit dem Gefüge von Ferrit verglichen werden könnte, vortrefflich erkannt wird. Auch auf den gut sichtbaren Schlackeneinschluss soll zugleich noch hingewiesen werden (Fig. 32).

Die Martensitnadeln beweisen, dass das aus Schmiedeeisen und Stahl zusammengeschweisste Schwert zweifellos gehärtet worden ist. Die gröbere, dem feinkörnigen Stahlguss ähnliche Struktur lässt aber vermuten, dass das martensitische Gefüge durch höheres Erhitzen sich grösstenteils umgewandelt hat, wodurch seine härtenden Eigenschaften wieder aufgehoben wurden.

Die alten Japaner verstanden also ihre Waffen auf nur unvollkommene Weise zu härten. Nach älteren Überlieferungen sollen die Japaner ihre Waffen aus Rückständen von Eisenstangen, die jahrelang im Boden der Zersetzung preisgegeben wurden, geschmiedet haben.[25] Die schliesslich noch übrig gebliebenen unangegriffenen Eisenteile hätten dann durch Zusammenschmieden jenen vorzüglichen Stahl für Waffen gegeben.

Die makroskopischen Aufnahmen bestätigen uns, dass man in der Hallstatt- und La Tène-Zeit durch das bei dem primitiven Schmelzprozess angewandte direkte Verfahren nur ein ungleichmässiges, zum Teil sogar zu hoch gekohltes und daher sehr unhomogenes Eisen darstellen konnte. Es war ein Produkt, das durch das Rennfeuer infolge des gänzlichen Mangels von sauerstoffreichen Schlackenzusätzen, wie sie zum Beispiel bei der heutigen Darstellung von Schweisseisen im Puddelofen Verwendung finden, nur sehr mangelhaft von seinen schädlichen Beimengungen befreit werden konnte. Daher war das Eisen durch den teilweise sehr hohen Phosphorgehalt oft kaltbrüchig. Andererseits wurde dieser schädliche Einfluss gerade durch den höheren Siliciumgehalt wieder aufgehoben, da ein solcher die Festigkeit der kohlenstoffärmeren Eisenfunde ausserordentlich förderte. Auf die kohlenstoffreicheren Eisenproben scheint er dagegen ungünstig eingewirkt zu haben, da ein erhöhter Siliciumgehalt die Härte solcher Eisen bei langsamer Abkühlung herabsetzen soll.

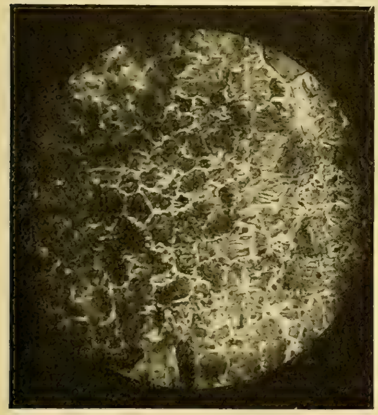


Fig. 31.

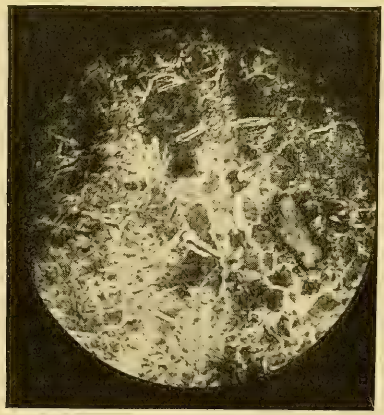


Fig. 32.

---

[25] *Swedenborgius,* De ferro, 1734.

Den prähistorischen Schmieden stand also ein technisch noch sehr unvollkommenes Eisen zur Verfügung, das sie aber durch eine hochentwickelte Schmiedekunst vortrefflich meistern konnten. Überdies konnten sie vielfach ganz ausgezeichnete Erze benutzen, wie die Erze aus Elba und eventuell auch solche aus Steiermark und Kärnten, die sich durch grosse Reinheit auszeichneten. (Fast vollständige Abwesenheit von P. und S.)

Die mikroskopische Beobachtung erbrachte sogar den Beweis, dass die Alten den Stahl kannten; seine Härtung scheinen sie dagegen nur unvollständig verstanden zu haben. Vielleicht machten sie in dem Bestreben, schöne Anlauffarben zu erzielen, aus Unkenntnis der schädlichen Anlasswirkung durch ein nachträgliches Erhitzen auf zu hohe Temperaturen das gehärtete Gefüge ihres Rennstahles wieder weicher, oder sie bewirkten durch ein Glühen der fertigen Gegenstände unter Holzkohlen zwecks nochmaliger Härtung der äusseren Schicht die auffallende Umwandlung des martensitischen Gefüges. Letztere Annahme hätte um so mehr eine Berechtigung, da nach *Desch*[26]) in gehärteten Stählen nach teilweisen Tempern häufig Troostit im Gefüge aufzutreten pflegt, und gerade diesen Gefügebestandteil glauben wir auf den betreffenden Gefügebildern mit beobachtet zu haben.[27])

---

[26]) *Desch-Caspari,* Metallographie, T. 221.

[27]) Nach Abschluss dieser Untersuchungen erschien im chemischen Zentralblatt 1914 eine Abhandlung von *H. Hanemann,**) die mir leider im Original**) nicht zugänglich war. Dieser Autor fand bei der metallographischen Untersuchung eines altkeltischen Gerätes von der Steinburg bei Römhild interessanterweise neben Ferrit, Perlit und Schlacke ebenfalls Martensit im Gefüge, während das Gefügebild einer keltischen Axt mit der gleichen Fundgeschichte lediglich Ferritkörner mit eingelagerter Schlacke erkennen liess. Die Axt wurde demnach aus einem sehr weichen Material geschmiedet, während es sich bei dem ersteren Fund um einen Rennstahl handelt, der nachträglich gehärtet worden war. Die auffallende Tatsache, dass in der ältesten eisenzeitlichen Epoche für denselben Gegenstand bald Eisen, bald ungehärteter Stahl verwendet wurde, erklärt sich Hanemann durch die mangelhafte Beherrschung des Rennprozesses. Er nimmt daher eine zufällige Kohlung an und glaubt, dass die Alten erst nach der Gewinnung des Eisens dieses auf seine Eigenschaften hin prüften. Dies alles stimmt mit den von mir gemachten Beobachtungen und Schlüssen aufs beste überein.

*) Chemisches Zentralblatt 1914, I. S. 1980.

**) Oesterr. Ztschr. für Berg- und Hüttenwesen 62, 183—87. 4/4. 1914.

Manuskript eingegangen 8. März 1916.

Klimatische Normalwerte für Basel.

Von

Walter Mörikofer.

Wenn an einer meteorologischen Station der gemässigten Zone während etwa zwei Dezennien zuverlässige Beobachtungen angestellt worden sind, so werden die Durchschnittswerte der ganzen Periode in den meisten Fällen genügen, um die klimatischen Eigenschaften der Station in grossen Zügen wiederzugeben. Das war wohl vornehmlich der Zweck der klimatologischen Übersichten von Basel, die in den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts der damalige Vorsteher der astronomisch-meteorologischen Anstalt, Herr Prof. *A. Riggenbach* veröffentlichte.[1]

Wenn dagegen ein halbes Jahrhundert ununterbrochener methodischer Beobachtungen vorliegt, so dürfen an die daraus abgeleiteten Mittelwerte weitergehende Anforderungen gestellt werden. Einmal sollen die Beobachtungsreihen nicht nur dadurch einen möglichst grossen Zeitraum umfassen, dass sie bis in das letztvergangene Jahr reichen, sondern es ist auch anzustreben, dass sie durch Anschluss früherer, nach andern Methoden am gleichen Orte angestellter Beobachtungen möglichst weit nach rückwärts verlängert werden. Gerade aus Basel besitzen wir eine Menge meteorologischer Beobachtungen aus der Zeit vor der Begründung des jetzigen schweizerischen Beobachtungsnetzes (1863); doch wurden sie meist zu andern Tageszeiten oder nach andern Methoden angestellt,[2] sodass sie nur durch systematische Reduktionen an die neuern Beobachtungen angeschlossen werden können.

---

[1] *A. Riggenbach.* Die Geschichte der meteorologischen Beobachtungen in Basel. Basel 1892.

A. Riggenbach. Das Klima der Landschaft Basel, vergl. auch Referat darüber in der Meteorolog. Zeitschrift, Band XVI, 1899, S. 36. Hier sind auch zu erwähnen die auf Basel bezüglichen Abschnitte in dem Sammelwerk: Das Klima der Schweiz, von *Maurer, Billwiller* und *Hess.* Frauenfeld 1909 und 1910.

[2] Genaue Angaben über diese früheren Beobachtungen bilden den Hauptinhalt von: *A. Riggenbach.* Die Geschichte etc. (vergl. Anm. 1). Ueber die Arbeiten des bedeutendsten dieser Beobachter berichtet Beilage 4 (von *A. Riggenbach*) in *L. Rütimeyers* Rektoratsprogramm: Ratsherr Peter Merian. Basel 1883.

Neben der zu erstrebenden Länge der Periode ist es aber auch wünschenswert, dass die ganzen Reihen nach kritischen Methoden auf ihre innere Homogenität untersucht werden. Sobald sie zu andern als rein klimatographischen Arbeiten verwendbar sein sollen, so können solche Reihen kaum kritisch genug untersucht werden. Falls es sich z. B. um den Nachweis von langsamen Klimaschwankungen oder von lokalen Verschiedenheiten gegenüber Nachbarstationen handelt, sind die in Frage stehenden Grössen oft kleiner als die Fehler der Beobachtungsreihen.

Obgleich das für Basel vorliegende Material die angeführten Postulate nur zum Teil erfüllt, erschien es, gerade um dieses einwandfreien Teiles willen, doch wünschenswert, an dieser Stelle die Hauptergebnisse der langjährigen Basler meteorologischen Beobachtungen zu veröffentlichen. Die unten mitgeteilte Tabelle schliesst sich in der Form der von *A. Riggenbach* im Jahre 1912 publizierten an; [3]) dagegen mussten für einige Elemente die Reihen neu durchgerechnet werden. Da die einzelnen Kolonnen der Tabelle sehr verschiedenen Wert an Genauigkeit besitzen, mögen im Nachfolgenden einige Angaben über die benützten Beobachtungen, die Berechnungsmethoden und die etwa schon vorhandene Literatur Platz finden.

Lage der Station.

Seit 1875 befindet sich die Station im Bernoullianum ($\varphi = 47^0$ $33,6'$ nördlich, $\lambda = 7^0$ $34,8'$ östlich von Greenwich), im westlichen Stadtteil 30 m über dem Rheinbett, in ziemlich baumreicher Gegend. Über die Veränderungen in der Aufstellung der Thermometer und des Regenmessers vergl. die unten angegebene Literatur. Zur Zeit befinden sich die Thermometer in einer englischen Hütte auf der Nordseite des Gebäudes; Höhe der Thermometerkugeln 2,0 m über dem Erdboden und 273,3 m ü. M. Höhe des Regenmessauffanggefässes 1,65 m über dem Boden und 273 m ü. M. Das Barometer befindet sich im I. Stock, Höhe des Niveaus 277,2 m ü. M. Der Sonnenscheinautograph steht auf der Terrasse beim südlichen Giebel des Gebäudes, 13 m über der Strasse.

Temperatur.

Die 90-jährige Temperatur-Reihe 1826—1915 ist jedenfalls das an Zuverlässigkeit und Umfang wertvollste Material, das die Anstalt zur Zeit besitzt. Die Periode 1826—1905 wurde von *W. Strub* kritisch untersucht; seine Arbeit gibt eingehend über alle Einzelheiten Auskunft. Da dort die ganze Reihe auf die seit 1894 unverändert gebliebene Thermometeraufstellung reduziert wurde, blieb uns nur übrig, unter Berücksichtigung der minimalen Thermometerkorrektion die zehn Jahre 1906—1915 der bereits vorhandenen Reihe hinzuzufügen und neue Mittel zu rechnen. Bei Gewinnung der Monatsmittel wird den Beobachtungen um $7^1/_2$ a und $1^1/_2$ p MEZ einfaches, der Abendbeobachtung um $9^1/_2$ p MEZ dagegen doppeltes Gewicht beigelegt.

---

[3]) Klimatische Normalwerte für Basel, erschienen in den Statistischen Vierteljahrsberichten des Kantons Basel-Stadt, 2. Jahrgang, 1912, Heft 1.

Auch die vorliegende Tabelle ist in jenen Vierteljahrsberichten erschienen, im 6. Jahrgang, 1916, Heft 1.

Literatur: *Walter Strub,* Die Temperaturverhältnisse von Basel, Basler Diss. 1910, erschienen in diesen Verh., Band XX, Heft 3, S. 279, wo auch die gesamte übrige Literatur erwähnt ist.

Frosttage und Eistage.

Frosttage sind Tage, an denen die Minimal-Temperatur unter Null sinkt, Eistage solche, an denen die Maximal-Temperatur nicht über Null steigt. Da diese Auszählung auf den Angaben der Extremthermometer basiert, umfasst die Reihe die 22 Jahre, seitdem die Station solche Instrumente besitzt. Das Material ist weder ganz publiziert noch irgendwie verarbeitet.

Luftdruck.

Für besonders präzise Arbeiten ist die Reihe nicht zu gebrauchen, da sie nicht homogen ist. Es sind früher Nullpunktsverschiebungen vorgekommen, deren Einfluss sich nicht mehr genau ermitteln lässt. In Anbetracht der beschränkten Genauigkeit der Reihe schien es statthaft, an den von *Riggenbach* berechneten Mitteln 1826—1910 die aus den Jahren 1911—1915 sich ergebenden Änderungen direkt anzubringen; die hier mitgeteilten Zahlen wurden auf diese Weise gewonnen. Die Mittel sind einfache Mittel aus den drei Beobachtungsterminen. Die Schwerekorrektion beträgt 0,13 m; sie ist an der Tabelle nicht angebracht.

Literatur: *Hann,* Die Verteilung des Luftdruckes über Mittel- und Südeuropa, Geograph. Abh., Bd. II, Heft 2, Wien 1887.
A. Riggenbach, Die Geschichte etc. (vergl. Anm. 1).

Relative Feuchtigkeit.

Die Tabelle gibt die R. F. um $1^1/_2$ p auf Grund der Ablesungen am Psychrometer, seit 1864.

Bewölkung.

Dreimal täglich wird seit 1864 die Himmelsbedeckung von Auge abgeschätzt und in Zehnteln der Himmelsfläche notiert. Der einfache Durchschnitt hiervon ist das Tagesmittel. Bei Monatsmitteln wird die Bewölkung gewöhnlich in Prozenten statt in Zehnteln ausgedrückt.

Im neuesten Heft der Meteorolog. Zeitschrift (Band XXXIII, Juniheft 1916, S. 276) weist *Maurer* darauf hin, dass die Basler Bewölkungsziffern der Jahre 1896—1907 erheblich (bis 10 %) zu hoch sind. Eine Korrektion der durch Beobachterwechsel und damit verbundene Änderung der persönlichen Gleichung verursachten Inhomogenität dürfte aber auch nur einen beschränkten Wert besitzen, sodass wir davon absehen und hier die wirklich beobachteten Zahlen mitteilen.

Literatur: Das Klima der Schweiz (vergl. Anm. 1) enthält im II. Teil die Monatsmittel von 1864—1900.

Helle und trübe Tage.

Entsprechend der seit einigen Jahren im schweizerischen Beobachtungsnetz gültigen Vorschrift wurden als hell diejenigen Tage bezeichnet, an denen die durchschnittliche Bewölkung kleiner als 20 % war, als trüb die Tage, deren Bewölkungsmittel mehr als 80 % betrug. Wie bei der Bewölkung umfassen die Tabellen über helle und trübe Tage die 52 Jahre 1864—1915. Eingehenderes wurde bis jetzt darüber nicht veröffentlicht.

Sonnenschein.

Seit 1886 wird der Sonnenschein mit einem Glaskugelheliographen registriert. Während man früher der Meinung war, darin ein besonders einfaches und präzis definierbares Instrument zu besitzen, haben neuere Untersuchungen[4]) gezeigt, dass davon keine Rede sein kann. Im Gegenteil, die Registrierungen sind von so vielen, scheinbar unwichtigen Einflüssen abhängig, dass es unmöglich ist, die Empfindlichkeit der Instrumente genau zu bestimmen. Da nicht nur jedes Instrument seine speziellen Eigenheiten besitzt, sondern auch die Empfindlichkeit eines Instruments sich im Verlaufe der Zeit verändern kann, wird sowohl die Vergleichbarkeit verschiedener Stationen, wie auch mehrerer Jahrgänge derselben Stationen nahezu illusorisch. Die Ergebnisse der Basler Registrierungen sind besonders unerfreulich. Seit 1886 stand ein Sonnenscheinautograph im Gebrauch, der anfangs ganz gute Resultate lieferte. Gegen das Ende des Jahrhunderts begann jedoch seine Empfindlichkeit bedenklich abzunehmen. Nach mehrjährigen, leider nicht ausführlich veröffentlichten Versuchen von *W. Strub* konnte 1908 ein neues Instrument von Negretti und Zambra (London) aufgestellt werden, das an Empfindlichkeit den alten hiesigen, wie auch die meisten übrigen Heliographen in der Schweiz übertrifft. Während die bisher veröffentlichten Durchschnittswerte der Sonnenscheindauer in Basel einfach das arithmetische Mittel aus den ganz heterogenen Registrierungen darstellen, wurde für diese Tabelle versucht, die ganze Reihe auf das jetzt im Gebrauch stehende Instrument zu beziehen. Die erhaltenen Zahlen können also nur zum Vergleich mit den laufenden Basler Registrierungen benützt, dagegen nicht unmittelbar neben die Ergebnisse anderer Stationen gestellt werden. Zur Reduktion der früheren Jahrgänge konnte die Station Buus verwendet werden, wo Herr Pfarrer *Bührer* seit 1893 einen Sonnenscheinautographen besorgt.[5]) Die Reduktion wurde in folgender Weise ausgeführt: Auf Grund des Verhältnisses der Sonnenscheindauern von Basel und Buus in den Jahren 1893—1899 wurden die Basler Beobachtungen von 1886—1892 auf Buus umgerechnet, und sodann die ganze verlängerte Buuser Reihe 1886—1907 mit Hilfe der Verhältniszahlen, die sich aus einer Nebeneinanderstellung der in den Jahren 1908—1915 in Buus resp. Wintersingen und in Basel mit dem neuen Apparat gewonnenen Sonnenscheindauern ergaben, auf den neuen Basler Heliographen reduziert. Wie gross der Einfluss dieser Reduktion ist, ersieht man daraus, dass der Durchschnitt aus den in den 30 Jahren wirklich registrierten jährlichen Sonnenscheindauern 1678 Stunden beträgt, die reduzierte Summe aber um 303 Stunden oder 18 % grösser ist. Die angegebenen reduzierten Monatsdauern dürften Fehler bis zu mehreren Stunden aufweisen; eine noch sorgfältigere Reduktion des gesamten Materials wird sich erst durchführen lassen, wenn einmal gleichzeitige Registrierungen mit dem alten und dem neuen Sonnenscheinautographen sowie mit dem neuen *Maurer*'schen Sonnenscheinchronographen vorliegen.[6])

---

[4]) *Maurer.* Met. Ztschr. Band XXVI, 1909, S. 461 und Band XXVIII, 1911, S. 193.

Strub. Met. Ztschr. Band XXVII, 1910, S. 175.

Marten. Anhang zum Tätigkeitsbericht des k. preuss. met. Inst. 1911.

Brückmann. Anhang zum Tätigkeitsbericht des k. preuss. met. Inst. 1913.

---

[5]) Buus liegt 22,5 km im ESE von Basel im Jura, $\varphi = 47^0\ 30'$, $\lambda = 7^0\ 52'$, Höhe = 450 m. ü. M.; seit April 1913 ist die Station ins benachbarte Wintersingen verlegt.

[6]) Das von *Maurer* angegebene und in der Met. Ztschr. Band XXVIII, 1911, S. 518 und Band XXXI, 1914, S. 193 beschriebene Präzisionsinstrument ist zur Zeit in den Werkstätten der James Jaquet A.-G. in Basel im Bau.

Monate	Luftzustand					Himmelsbeschaffenheit					Niederschlag			
	Temperatur			Barometerstand bei 0° mm	Relative Feuchtigkeit 1½ p. %	Bewölkung			Sonnenschein		Niederschlagsmenge Monatssumme mm	Zahl der Tage mit		
	Tagesmittel °C	Zahl der Tage (a. Extremen)				Tagesmittel %	Zahl der Tage			Monatsdauer Stunden		mindestens mm		Schneedecke
		mit Frost	ohne Auftauen				unter 20% (hell)	über 80% (trüb)	ohne Sonne			0,1	1,0	
Mittel der Jahre	1826 bis 1915	1894 bis 1915	1894 bis 1915	1826 bis 1915	1864 bis 1915	1864 bis 1915	1864 bis 1915	1864 bis 1915	1886 bis 1915	1886 bis 1915	1864 bis 1915	1827 bis 1915	1864 bis 1915	1853 bis 1916
Januar . .	—0.3	20	8	739.5	81	70	3	15	10	87	39	12	8	11
Februar . .	1.8	15	3	8.5	74	68	3	13	6	106	42	12	8	8
März . . .	4.9	8	—	6.5	65	66	4	12	4	146	51	14	10	4
April . . .	9.3	2	—	5.9	57	62	5	11	3	183	64	14	11	1
Mai . . .	13.4	—	—	6.7	58	61	4	10	3	223	80	16	11	—
Juni . . .	16.9	—	—	8.0	59	60	4	8	2	251	102	16	12	—
Juli . . .	18.6	—	—	8.5	58	54	5	7	1	278	86	14	11	—
August . .	17.7	—	—	8.5	61	52	6	7	2	258	86	14	10	—
September .	14.3	—	—	8.9	66	56	5	8	3	179	77	13	10	—
Oktober . .	9.5	1	—	7.8	74	68	2	13	5	122	75	14	10	—
November .	4.5	7	1	7.8	78	76	1	16	9	77	61	13	10	3
Dezember .	1.1	14	4	8.8	82	73	3	16	11	71	53	13	10	8
Frühling .	9.2	10	—	736.4	60	63	13	33	10	552	195	44	32	5
Sommer . .	17.8	—	—	8.3	59	56	15	22	5	787	274	44	33	—
Herbst . .	9.4	8	1	8.2	73	66	8	37	17	378	213	40	30	3
Winter . .	0.8	49	15	8.9	79	70	9	44	27	264	134	37	26	27
Jahr . . .	9.3	67	16	737.9	68	64	45	136	59	1981	816	165	121	35

Zahl der Tage ohne Sonnenschein.

Da der alte Heliograph zu wenig empfindlich war, entging ihm ganz schwacher Sonnenschein; in jener Periode wurde daher die Zahl der sonnenlosen Tage zu gross. Da es wünschenswert schien, auch hier homogenes Material zu besitzen, wurde die ganze Beobachtungsreihe von 1886—1907 mit Hilfe der gleichzeitigen Zürcher Beobachtungen auf die Empfindlichkeit des neuen Heliographen reduziert. Diese Reduktionsmethode scheint zwar etwas summarisch, doch erwecken ihre Ergebnisse Vertrauen. Gegenüber dem Durchschnitt der wirklichen Beobachtungsergebnisse, nach welchem im Jahre 71 Tage sonnenlos sein sollen, ergibt die reduzierte Zahl deren 59.

Literatur: Über die Sonnenscheindauer und die Zahl der sonnenlosen Tage in Basel liegen ausser den oben angeführten Untersuchungen über die Mängel der Heliographen keine kritischen Zusammenstellungen vor; die hier mitgeteilten Zahlen sind ein erster Versuch, das vorhandene Material etwas brauchbarer zu gestalten.

Niederschlag.

Die nicht einwandfreien Regenmessungen der Jahre 1875—1888 wurden von *A. Riggenbach* kritisch untersucht und reduziert; seit 1889 geben die Messungsergebnisse zu keinen Bedenken mehr Anlass. Unsere Arbeit bestand also nur darin, die Tabellen 2, 9, 14 und 33 der erstgenannten der Riggenbach'schen Arbeiten an Hand der laufenden Stationstabellen bis 1915 weiterzuführen und die Mittel daraus zu berechnen. Über alle weiteren Einzelheiten gibt jene Veröffentlichung Auskunft.

Literatur: *A. Riggenbach.* Die Niederschlags-Verhältnisse von Basel, Neue Denkschr. der Schweiz. Naturf. Ges., Bd. XXXII, 1891.

A. Riggenbach. Die Niederschlags-Verhältnisse des Kantons Basel und ihre Beziehung zur Bodengestalt. Diese Verh., Band X, Heft 2, S. 425.

Basel, im Juli 1916.

Astronomisch-meteorologische Anstalt
im Bernoullianum.

A propos de l'adaptation au vol chez les Microchiroptères.

Avec 2 figures.

PAR

P. Revilliod.

Dans un travail récent, ANTHONY et VALLOIS (8) ont étudié la conformation du membre postérieur chez les Molossidae, en particulier chez *Cheiromeles* et démontré de façon péremptoire que dans ce groupe de Chiroptères, le membre postérieur est moins spécialisé pour la suspension arboricole que chez les représentants des autres familles de l'ordre; il a conservé mieux que chez ceux-ci les caractères d'une adaptation ancienne à la préhension.

Ces auteurs cherchent en outre à démontrer que les Molossidae sont d'une façon générale les moins évolués des Microchiroptères, et que leur membre antérieur aussi bien que le postérieur est de conformation plus primitive. Les Molossidae et surtout le *Cheiromeles* seraient ainsi de tous les Microchiroptères les moins spécialisés dans l'adaptation à la locomotion aérienne et par ce fait moins éloignés des formes ancestrales primitives. Les caractères du membre antérieur qui, d'après ANTHONY et VALLOIS, assignent aux Molossidae une place inférieure, sont la réduction du patagium, la longeur relativement assez grande du cubitus, la brièveté du radius par rapport à l'humérus et surtout le développement très faible du doigt 5 qui est proportionnellement beaucoup plus court que chez les autres Microchiroptères. Ce dernier caractère, disent ANTHONY et VALLOIS, «peut être considéré comme un défaut de spécialisation à l'adaptation aérienne et comme rapprochant sans aucun doute et dans quelque mesure ces animaux des formes ancestrales primitives synthétiques».

Cette conception est en contradiction avec les notions qui guident actuellement les zoologistes dans l'étude de la systématique et de la phylogénie des Microchiroptères. Pour eux, en effet (voir MILLER 16, p. 243), les Molossidae constituent un groupe dont les caractères anatomiques du bras, de l'articulation scapulaire et la forme très étroite de l'aile représentent la phase extrême d'une série de modifications par lesquelles a passé le membre antérieur des Chiroptères.

Les auteurs récents tels que Winge (20), Miller (16), Andersen (3) se sont basés en premier lieu sur les caractères anatomiques du membre antérieur pour établir un système plus naturel que les classifications précédentes de Gray, Peters et Dobson. Les grandes difficultés que l'on rencontre dans la recherche de l'affinité des différentes formes entre elles, proviennent du fait que les Chiroptères actuels appartiennent à un ordre de Mammifères très ancien, complètement adapté à la locomotion aérienne bien avant l'époque eocène,[1]) qui s'est différencié en un grand nombre de groupes évoluant parallèlement plus ou moins rapidement et présentant tous un même type adaptatif. Les principales familles récentes sont déjà représentées à l'époque oligocène; d'autres ont disparu à une époque déjà ancienne ou ne nous ont légué que quelques vestiges, comme le prouve la présence actuelle d'un grand nombre de formes isolées (Les familles des Mystacopidae, Myzopodidae, Thyropteridae, Furipteridae ne renferment chacune qu'une ou deux espèces).

Tous les représentants actuels de l'ordre des Chiroptères sont très spécialisés pour le vol et n'ont conservé que fort peu de caractères primitifs, souvenirs d'une adaptation antérieure à un autre genre de vie. Toutefois, un certain nombre de caractères de l'articulation de l'épaule et du bras se présentent à divers degrés de spécialisation chez les différentes familles et permettent ainsi de connaître quelques-uns des processus de la transformation du membre antérieur en aile.

Winge (l. c.) et Miller (l. c.) ont montré l'importance pour la classification des Chiroptères, des modifications des différentes parties de la ceinture scapulaire et du bras, du degré d'accroisement du tuberculum majus et du tuberculum minus de l'humérus sous l'influence du développement des muscles de l'épaule, de l'action des muscles pectoraux et deltoïdes sur la crête deltoïdienne, de l'influence de la réduction des muscles fléchisseurs sur le diamètre transversal de l'extrémité distale de l'humérus, etc. Le doigt 3 formant la ligne d'appui de l'aile devient plus long et plus épais que les autres, le deuxième en s'accolant à lui le renforce. Le doigt 5 acquiert un diamètre presque égal à celui du troisième parcequ'il supporte à lui seul une grande partie du plagiopatagium, mais il subit parfois un arrêt de croissance tandis que les doigts 4 et 3 continuent à se développer. La forme de l'aile, dans ce cas, est très étroite, par conséquent favorable à un vol rapide et agile. (Le vol rapide et très adroit de la Noctule dont l'aile est étroite et allongée, a toujours été comparé et opposé au vol lourd et lent du Murin dont l'aile est relativement plus courte et beaucoup plus large).

---

[1]) L'aile du *Vespertilio aquensis* Gervais de l'oligocène inférieur d'Aix et celle de Chiroptères du lutétien de Messel que je décrirai prochainement sont aussi développées et de même forme que l'aile des espèces du genre actuel *Myotis* (= *Vespertilio* auct.). J'emploie pour plus de commodité, au cours de ce travail, le terme «aile» pour désigner la région de la membrane alaire comprise entre les doigts 3 et 5. Allen (2) la nomme ecto- ou dactylopatagium.

Des Chiroptères qui, tels que les Molossidae, ont un cinquième doigt très court relativement au troisième et présentent d'autre part la spécialisation la plus avancée des caractères anatomiques du bras, ne peuvent être que des formes très perfectionnées.

Ce perfectionnement du membre antérieur s'effectue plus ou moins rapidement suivant les groupes. Il est par exemple très peu développé chez les Rhinopomidae dont la dentition d'autre part accuse un degré de réduction très avancé. Il a au contraire progressé plus activement chez les Vespertilionidae (aile moins large, métacarpiens très longs, tuberculum majus de l'humerus très fort, etc.) dont les formes primitives ont d'autre part une dentition très complète et normale.

De même que la dentition ne se modifie pas nécessairement avec la même rapidité que le membre antérieur, le membre postérieur peut aussi s'adapter plus ou moins rapidement et d'une façon indépendante au nouveau genre de vie. Anthony (7) a précisément démontré d'une façon fort intéressante que chez les animaux adaptés à différents modes d'existence, il y a lieu de considérer deux catégories de types adaptatifs. Chez les premiers (ex. Loutre, Castor), les mêmes organes sont employés à différents genres de locomotion; Anthony les nomme types unistiques. Chez les seconds (ex. Oiseaux, Chauves-souris), les types dualistiques, ce sont des organes différents qui répondent aux divers genres de locomotion. Les Chauves-souris sont adaptées au vol par leurs membres antérieurs et à la vie arboricole par leurs membres postérieurs. Chez le Castor et chez la Loutre, les membres postérieurs comme les antérieurs servent à la natation ainsi qu'à la progression sur terre et ne sont adaptés d'une façon parfaite ni à l'un ni à l'autre genre de locomotion. Les animaux du type dualistique, au contraire, sont «toujours très hautement spécialisés dans l'un au moins de leurs genres d'adaptation» (Anthony 7, p. 123).

Les recherches très approfondies d'Anthony et Vallois sur l'anatomie du membre postérieur des Molossidae m'ont convaincu que ces Chiroptères sont en effet les moins évolués de tous quant à l'adaptation à la suspension arboricole et que leurs extremités postérieures ont conservé plus que chez les autres Microchiroptères les caractères d'une adaptation primitive à la préhension. Mais comme d'autre part le membre antérieur des Molossidae me parait avoir acquis la forme la mieux adaptée au vol, soit la plus perfectionnée de celles qui existent, je ne puis accepter la conclusion de ces auteurs que les Molossidae nous donnent «*une idée approximative du type morphologique primitif des Microchiroptères*».

Les Molossidae sont à mon avis, pour m'exprimer selon la conception d'ANTHONY, des animaux à adaptation dualistique typique dont un type adaptatif (membre antérieur adapté au vol) a atteint, pour le groupe des Chiroptères, le plus haut degré de spécialisation et dont l'autre est resté synthétique (membre postérieur adapté de façon médiocre à la reptation, la préhension et la suspension).

Le but de cette note est de préciser le rôle de la forme de l'aile dans l'adaptation au vol chez les Microchiroptères et de montrer, avec l'appui de nombreuses mensurations que j'ai eu l'occasion de faire sur les matériaux de la collection zoologique du Muséum de Bâle, que Monsieur le Docteur Fritz Sarasin a bien voulu m'autoriser à mettre à profit et dont je le remercie ici sincèrement et d'après les mesures de divers auteurs, que dans chaque famille on peut constater une amélioration de la forme de l'aile (allongement et diminution de largeur) des espèces primitives aux espèces plus évoluées, s'effectuant selon des processus évolutifs différents suivant les groupes et que l'aile des Molossidae représente le terme extrême de l'un de ces processus.

La forme de l'aile dépend des longueurs des doigts 3, 4 et 5 qui constituent son ossature. Pour pouvoir comparer les diverses formes d'ailes entre elles, j'ai rapporté les dimensions des métacarpiens et des phalanges de ces trois doigts à la longueur de l'avant-bras égale à 100. Le chiffre obtenu en soustrayant la longueur relative du doigt 5 de celle du doigt 3 représente ce que j'appellerai *l'indice de largeur* de l'aile. Ce sont ces différentes valeurs que j'ai groupées dans les tableaux 1 à 5 qui accompagnent les descriptions dans les paragraphes suivants. Lorsque les rapports sont calculés d'après des mesures prises par d'autres auteurs, la référence bibliographique est indiquée au bas de la page. Je n'ai fait figurer pour chaque famille que les exemples extrêmes et quelques types intermédiaires.

Après avoir passé en revue pour chaque famille les différents types d'ailes, je les comparerai autant que faire se pourra avec la qualité du vol. Les renseignements et les observations que l'on possède sur l'aptitude au vol des Chiroptères, sont malheureusement rares, très fragmentaires et souvent peu détaillés, surtout en ce qui concerne les espèces exotiques. Je crois, cependant, en avoir rassemblé suffisamment pour démontrer, d'une façon plus précise que cela n'a été fait jusqu'ici, le rapport qui existe entre la forme de l'aile et l'aptitude au vol.

Le critérium de l'aptitude au vol peut s'énoncer comme suit : un Chiroptère muni d'une aile perfectionnée (allongée et étroite) a un vol rapide, assuré, agile, lui permettant de faire de brusques contours, de s'élever à une grande hauteur et de faire du vol plané sur une petite distance; il ne craint pas un vent d'orage; il peut voler un grand nombre d'heures de suite sans repos (migrations), apparaît tôt dans la soirée, souvent avant le coucher du soleil.

Un Chiroptère dont l'aile est de forme encore peu évoluée, a un vol lent et lourd, parfois plus rapide mais irrégulier et accidenté;²) il ne s'élève jamais haut, n'apparaît que lorsque la nuit est complète, se repose souvent et rentre dans son abri lorsque le vent s'élève (HESSE und DOFLEIN 14, p. 236).

Rhinopomidae, Rhinolophidae, Hipposideridae, Megadermidae, Nycteridae.

Tableau No. 1. Figure 2 (2).

Les Microchiroptères dont le membre antérieur présente le plus de caractères primitifs, sont les espèces du genre *Rhinopoma* (WINGE 20, p. 38. MILLER 16, p. 81) pour lequel MILLER a créé la famille des Rhinopomidae. L'humérus diffère moins qu'aucun autre du type primitif des Mégachiroptères; le tuberculum majus et le tuberculum minus sont subégaux, peu développés et ne dépassent pas la tête articulaire. Le deuxième doigt qui possède deux phalanges est assez indépendant du troisième. Ce dernier est beaucoup plus court relativement à l'avant-bras que chez n'importe quel autre Chiroptère. Le doigt 5 est un peu plus long que le doigt 4 et tous deux ne sont que très peu plus courts que le troisième (la différence de longueur entre les doigts 3 et 5 n'atteint qu'un centimètre à un centimètre $^1/_2$). Les métacarpiens sont peu développés, le quatrième est le plus court, les deux autres subégaux. La différence de longueur entre le doigt 3 et le doigt 5 est dûe uniquement à l'allongement de la phalange distale du doigt 3. La longueur du radius qui chez *Rhinopoma* atteint presque le double de celle de l'humérus, n'est qu'une maigre compensation à l'insuffisance de surface alaire et ne modifie pas la forme de l'aile. (La longueur du radius comparée à celle de

---

²) De toutes façons lorsque l'aile est large, quelle qu'en soit l'envergure, le vol est mal assuré. Ce manque d'assurance se traduit dans le cas d'une aile petite et peu développée par un vol très irrégulier, accidenté et mal conduit, correspondant au terme allemand «flatternd» et que je désigne au cours de ce travail par l'adjectif «papillonnant» (ex.: *Rhinolophus hipposiderus*). Si par contre l'aile offre une grande surface, le vol est plus lourd et plus lent, on peut le qualifier d'«ondoyant» («wavy» pour les auteurs anglais). Ex. *Megaderma,* etc. Ce sont là deux variétés du vol ramé, caractéristiques pour les formes peu spécialisées, larges.

l'humérus varie beaucoup parmi les représentants d'une même famille. J'ai mesuré le radius le plus long relativement à l'humérus chez *Dirias albiventer* soit $\frac{H \times 100}{R} = 50{,}7$. Ce même indice est en moyenne 54 chez *Rhinopoma cystops,* 58,6 chez *Plecotus auritus,* 64,3 chez *Barbastella,* 52,5 chez *Lavia frons* et 63,4 chez *Cardioderma cor,* 62,5 chez *Molossus obscurus* et 72,1 chez *Molossops planirostris,* 59,5 chez *Taphozous perforatus* et 64,7 chez *Taphozous nudiventris,* etc.)

Ce même type d'aile très large, à métacarpiens courts, caractérise les espèces qui composent les quatre familles voisines des Rhinolophidae, Hipposideridae, Megadermidae et Nycteridae que Winge du reste avait réunies en une seule famille (20, p. 29). L'humérus ainsi que la ceinture scapulaire de ces Chiroptères présente quelques caractères plus spécialisés que ceux des *Rhinopoma;* le tuberculum majus, en particulier, dépasse nettement la tête articulaire de l'humérus chez *Rhinolophus* et les Hipposideridae et entre en connexion avec la scapula sur une surface égale à la moitié de la cavité glénoïde (Miller 16, p. 16).

Au point de vue qui nous occupe, le genre *Rhinolophus* a fait l'objet d'une étude très complète d'Andersen (3). Après avoir distingué trois groupes fondamentaux parmi les nombreuses espèces de *Rhinolophus* d'après la forme de la feuille nasale, la grosseur du limaçon osseux, etc. soit le groupe du *R. simplex,* le groupe du *R. lepidus* et le groupe du *R. midas,* cet auteur étudie dans chaque groupe le développement de l'aile depuis les espèces primitives (caractérisées par la prémolaire inférieure médiane peu réduite, la taille petite, etc.) jusqu'aux formes les plus évoluées. Ces dernières se distinguent par leur troisième doigt relativement plus allongé. Cet allongement porte tout entier sur la phalange distale, tandis qu'au contraire le métacarpien se trouve être plus réduit que chez les formes primitives. Chez celles-ci, les trois métacarpiens sont subégaux. Le troisième est par contre toujours beaucoup plus court que le cinquième chez les formes évoluées (ex. *Rh. ferrum equinum* et *euryale*).

Une constatation plus intéressante encore à faire, c'est que le doigt 5 conserve chez toutes les formes la même longueur relativement à l'avant-bras. L'aile est par conséquent un peu moins large chez les formes évoluées, comme le montre l'indice de largeur qui s'élève dans le groupe du *R. lepidus* par exemple de 14,5 (*Rh. subbadius*) à 33 (*Rh. euryale*).

Les caractères de l'aile du *Rhinolophus* s'exagèrent encore chez les représentants de la famille des Megadermidae. Le métacarpien 3 est toujours de beaucoup le plus court des trois. L'allongement qu'a subi la phalange distale 3 est tel qu'elle atteint parfois la longueur du métacarpien. Les phalanges des doigts 4 et 5 sont subégales, mais le métacarpien 5 est le plus long; il en résulte que le doigt 5 est toujours passablement plus long que le doigt 4 (cet écart atteint plus d'un demi centimètre chez un exemplaire de *Lavia frons* que j'ai mesuré).

Le progrès réalisé par l'aile des Megadermidae sur celle des Rhinolophidae est d'abord une augmentation de surface, puis une modification de la forme qui est un peu plus étroite; le doigt 3, grâce au développement extrême de sa phalange distale, a augmenté son écart avec le doigt 5 et l'indice de largeur varie de 36 à 49. Cette différence dans la forme est faible; les *Rhinolophus* les plus évolués ont une aile tout à fait semblable à celle des espèces du genre *Megaderma,* le plus primitif de la famille des Megadermidae.

Grâce aux recherches d'Andersen et Wroughton sur la famille des Megadermidae (5), les caractères des cinq genres qui la composent et les relations qu'ils ont entre eux sont bien connus. De la comparaison de l'aile des Megadermidae avec celle plus primitive des Hipposideridae, ces auteurs déduisent que l'aile des Megadermidae, tout en augmentant beaucoup de surface, est devenue plus aigüe «pointed» (par le fait de l'allongement du doigt 3 relativement au doigt 4) et en même temps plus large (allongement du doigt 5 par rapport au doigt 4).

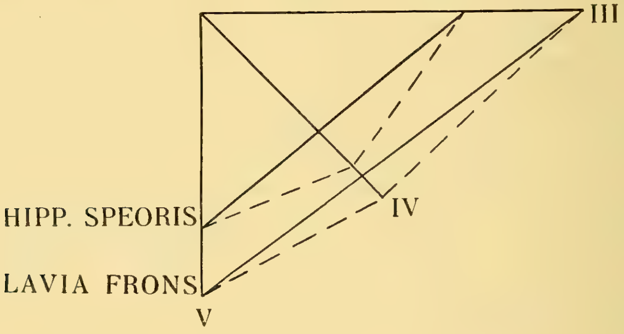


Fig. 1.

On ne peut admettre cette conclusion si l'on considère, comme je le fais au cours de cette étude, la largeur de l'aile comme étant la différence entre la longueur du troisième doigt et celle du cinquième.[3]) On constate au contraire que l'aile des Megadermidae est en moyenne sensiblement plus étroite que celle des Hipposideridae et celle des

---

[3]) La partie de la membrane alaire dont la forme est modifiée par les variations de longueurs des doigts est celle comprise entre le doigt 3 et le doigt 5, elle représente un triangle rectangle dont la forme est d'autant plus allongée et étroite que la différence de longueur entre les deux côtés de l'angle droit (les doigts 3 et 5) est plus forte.

Rhinolophidae, comme je le dis plus haut. La figure 1 (p. 162) construite d'après les indices que j'ai calculés sur un exemplaire d'*Hipposideros speoris* (Dgt. III 137, Dgt.IV 111,7, Dgt. V 111,6) et un spécimen de *Lavia frons* (Dgt. III 197,9, Dgt. IV 134,2, Dgt. V 146,4) le montre clairement. — Chez cette dernière forme, le doigt 3 s'est développé plus rapidement que le doigt 5, c'est pourquoi les deux lignes obtenues en rejoignant l'extrémité du doigt 5 à celle du doigt 3 dans les deux schémas ne sont pas parallèles. Si l'aile de *Lavia frons* était plus large que celle de *H. speoris,* ces deux lignes seraient convergentes dans la direction du doigt 3. L'accroissement très faible du doigt 4 relativement aux autres doigts chez *Lavia* donne à l'aile une forme plus élancée, parceque l'angle formé par le bord de l'aile et le doigt 3 est plus aigu.

Au sein de la famille des Megadermidae on peut constater un léger perfectionnement de l'aile, du genre primitif *Megaderma* (indice de largeur 36,6) aux genres plus évolués *Eucheira* et *Macroderma* (42,4 et 49,1). Des deux genres africains par contre, c'est le genre *Lavia* auquel Andersen et Wroughton attribuent des caractères craniens et dentaires plus primitifs qui a l'aile la plus perfectionnée.

Chez les espèces du genre *Nycteris,* le métacarpien 5 n'atteint pas le développement caractéristique pour les Megadermidae, de sorte que c'est le métacarpien 4 qui est le plus long. Le doigt 5 est relativement plus court que dans la famille précédente et le doigt 3 aussi développé, l'aile est par conséquent un peu plus étroite. Les deux phalanges du doigt 3 sont subégales et le métacarpien plus long que chez toutes les formes précédentes. L'aile du *Nycteris* ne peut donc rentrer dans la série évolutive *Rhinolophus-Megaderma;* elle peut dériver d'une forme semblable à celles des Hipposideridae.

Chez les Hipposideridae, qui se distinguent des Rhinolophidae par un certain nombre de caractères craniens plus primitifs et d'autre part par une plus grande spécialisation des caractères squelettiques (foramen praeacetabulare, fusion complète des deux premières côtes, 2 phalanges aux orteils, etc.), l'aile est très peu développée, mais en moyenne un peu plus étroite que celle des Rhinolophidae (excepté chez le genre *Coelops*), le doigt 5 et spécialement son métacarpien étant relativement courts. Ce dernier est à peine plus long que la moitié du radius chez les représentants du genre *Triaenops,* qui de tous les Hipposideridae, possède l'aile la moins large.

Tous les auteurs s'accordent pour attribuer aux *Rhinolophus* de nos contrées (*Rh ferrum-equinum* et *R. hipposideros*) un vol papillonnant (flatternder Flug, fluttering flight), maladroit, plus ou moins rapide, et peu élevé. Les Rhinolophes apparaissent tard dans la soirée (voire Blasius, Brehm, Fatio, Trouessart, etc). Il en est de même des

Tableau N° 1.

	Doigt 3				Doigt 4				Doigt 5				
	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Indice
Rhinopomidae.													
Rhinopoma cystops	63,7	13,5	30,3	**107,5**	54,–	20,2	18,1	**92,3**	63,7	15,8	13,5	**93,–**	14,5
Rhinopoma microphyllum .	70,6	14,7	29,5	**114,8**	55,3	23,4	17,1	**95,8**	67,2	15,5	14,7	**97,4**	17,4
Rhinolophidae. [1]													
Groupe R. lepidus.													
Rhinolophus subbadius .	72,5	28,6	34,5	**135,6**	73,–	21,–	25,4	**119,4**	73,–	22,7	25,4	**121,1**	14,5
Rhinolophus lepidus . .	74,2	28,–	38,3	**140,5**	74,2	21,9	24,2	**120,3**	75,2	23,8	23,3	**122,3**	18,2
Rhinolophus euryale . .	69,2	29,–	59,9	**158,1**	73,5	13,7	36,–	**123,2**	75,6	20,7	25,–	**121,3**	36,8
Groupe R. simplex.													
Rhinolophus simplex . .	71,9	29,4	40,2	**141,5**	72,3	20,8	24,8	**117,9**	71,9	22,6	25,3	**119,8**	21,7
Rhinolophus ferrum-eq. .	66,6	33,4	53,4	**153,4**	72,5	20,7	33,4	**126,6**	74,1	24,8	28,1	**127,–**	26,4
Groupe R. midas													
Rhinolophus hipposiderus .	65,4	34,–	47,2	**146,6**	72,4	19,1	33,7	**125,2**	71,2	25,1	34,2	**130,5**	16,1
Megadermidae. [2]													
Megaderma 4 esp. . . .	74,5	38,4	66,1	**178,–**	80,7	23,1	32,–	**135,8**	85,6	28,8	27,–	**141,4**	36,6
Eucheira 3 esp. . . .	73,1	42,–	68,8	**183,9**	79,1	24,4	30,8	**135,3**	86,9	28,2	26,4	**141,5**	42,4
Macroderma 1 esp. . . .	71,–	43,5	71,2	**185,7**	77,3	25,–	24,6	**126,9**	82,–	32,9	21,7	**136,6**	49,1
Cardioderma 1 esp. . . .	71,1	36,8	66,9	**174,8**	76,–	22,4	33,4	**131,8**	84,4	24,5	28,9	**137,8**	37,–
Lavia 2 esp. . . .	72,8	41,2	72,3	**186,3**	75,6	26,1	26,1	**127,8**	82,5	27,6	28,5	**138,6**	47,7
Hipposideridae.													
Coelops frithii [3]	74,8	18,7	62,5	**156,–**	78,–	24,8	29,8	**132,6**	84,2	24,8	31,2	**140,2**	16,8
Hipposideros speoris . . .	76,4	28,6	32,–	**137,–**	73,–	21,5	17,2	**111,7**	64,7	26,1	20,8	**111,6**	25,4
Hipposideros cervina . . .	75,8	35,–	43,5	**154,3**	73,2	23,4	21,6	**118,2**	63,8	27,9	23,2	**114,9**	39,4
Asellia tridens	74,5	33,–	37,6	**145,1**	71,1	24,3	17,8	**113,2**	56,6	29,8	22,7	**109,1**	36,–
Triaenops afer	78,8	27,1	37,4	**143,3**	68,3	20,7	15,5	**104,5**	53,9	26,7	19,4	**100,–**	43,3
Nycteridae.													
Nycteris capensis	82,–	54,2	51,–	**187,2**	85,7	31,6	25,9	**143,2**	79,3	30,–	27,1	**136,4**	50,8
Nycteris hispida	80,–	56,7	56,5	**193,2**	87,5	31,5	20,–	**139,–**	80,–	31,7	26,2	**137,9**	55,3

[1] d'après les mesures d'**Andersen** (3). [2] Indices calculés par **Andersen** et **Wroughton** (5). [3] **Dobson** (12. P. 153.)

espèces asiatiques ; le *Rhinolophus luctus,* par exemple, a un vol pesant et ne s'élève pas plus haut que 20 à 30 pieds du sol, d'autres espèces ont un vol un peu plus rapide mais ne peuvent s'élever haut (*Rh. affinis, petersi, macrotis,* v. BLANFORD 10).

Les Megadermidae (*E. lyra*), d'après SHORTRIDGE (18) et WROUGHTON (21), ont un vol papillonnant et relativement lent si on le compare au vol des *Taphozous* et des *Scotophilus* qui habitent les mêmes contrées. *Lavia frons* se meut avec agilité dans les arbres en sachant éviter les feuilles, bien que son vol soit ondoyant et agité «restless and wavy» (ANDERSON and de WINTON 6).

Les espèces du genre *Hipposideros* n'ont pas non plus un vol rapide, bien qu'elles puissent s'élever un peu plus haut que les *Rhinolophus* (SHORTRIDGE, BLANFORD). D'après BREHM (11), *Hipposideros armiger* fait le tour des arbres d'un vol lent, s'élevant de temps en temps à la hauteur des sommets des arbres et interrompant sa chasse plusieurs fois dans la soirée pour se reposer. Quant aux Chauves-souris du genre *Rhinopoma,* il serait bien désirable de connaître en détail leur allure. On les voit voler le soir aux abords du Nil, le plus souvent au-dessus des emplacements inondés, très bas près de la surface de l'eau, à la manière des Vespertilionidae de nos marais (BREHM) ; SHORTRIDGE dit que leur vol est rapide sans en donner de description.

Emballonuridae, Noctilionidae.

Tableau No. 2. Figure 2 (4).

Chez les représentants de ces deux familles, la conformation du membre antérieur présente un certain nombre de caractères très primitifs, semblables à ceux que l'on constate chez *Rhinopoma* (Tuberculum majus de l'humerus très peu développé, moins volumineux que le tuberculum minus. Extrémité distale large, ceinture scapulaire normale, etc.). Par contre, la forme plus comprimée de la tête de l'humérus, l'absence de phalanges au deuxième doigt, sont les indices d'une plus grande spécialisation. L'aile est en moyenne beaucoup plus étroite que chez les espèces des familles précédentes, sans cependant présenter une surface plus grande.

La forme d'aile la plus large se rencontre chez des exemplaires du genre *Emballonura,* qui sous divers rapports (dentition, forme du tibia, spécialisation générale moindre) est le plus primitif des membres de la famille (MILLER 16, p. 87) et chez le genre américain *Peropteryx.* L'indice de largeur y est aussi fort que chez les Megadermidae et les Nycteridae. Le doigt 5 n'est en général guère plus développé que celui d'un *Rhinopoma.* Le développement des doigts 4 et 3 est dû presque uniquement à l'allongement des métacarpiens. En examinant l'aile des formes les plus spécialisées (*Taphozous saccolaemus*, etc.), on constate que le doigt 5 est au même degré de réduction que dans les formes primitives, le métacarpien étant même en moyenne relativement plus court, tandis que le doigt 3 s'est beaucoup allongé par le fait surtout de l'accroissement de son métacarpien. Le doigt 4 est toujours un peu plus long que le doigt 5.

L'aile des Emballonuridae se distingue de celle des groupes précédents par la grande différence de longueur entre les métacarpiens 3, 4 et 5, le troisième égalant chez les formes les plus perfectionnées la longueur de l'avant-bras, tandis que le cinquième dépasse à peine la moitié de celle-ci. Les phalanges présentent le même degré de développement relativement à l'avant-bras que chez les Hipposideridae. Il résulte de ces dispositions que l'aile des Emballonuridae est déjà chez les représentants les plus primitifs de la famille, tels que les espèces du genre *Emballonura,* de forme plus étroite que celles des Rhinolophidae et des Hipposideridae, et qu'elle acquiert chez quelques espèces du genre *Taphozous* un indice de largeur aussi élevé que chez les formes les plus évoluées des Vespertilionidae.

D'après Shortridge (l. c.), les Emballonuridae des Indes apparaissent tôt et peuvent s'élever haut, mais tandis que le vol des espèces du genre *Emballonura* est irrégulier comme celui des petites espèces de Pipistrelles, celui des *Taphozous* est très rapide.

L'articulation et la conformation du bras chez les Noctilionidae présentent des caractères aussi primitifs que ceux des Emballonuridae. L'aile est de forme très étroite et un peu plus allongée encore que celles des espèces les plus évoluées du genre *Taphozous.* Les deux seules espèces de *Noctilio,* ainsi que les deux espèces appartenant au genre *Dirias* formant la famille actuelle des Noctilionidae, représentent probablement des formes reliques, très spécialisées d'un groupe presque éteint qui avait une origine commune avec les Emballonuridae et les Rhinopomidae, comme les caractères ostéologiques du membre antérieur et du crâne le font aussi supposer (voire Miller l. c.). L'aile des Noctilionidae s'est perfectionnée selon un processus analogue à celui des Megadermidae.

Les trois métacarpiens sont subégaux et aussi développés relativement à l'avant-bras que le métacarpien 3 des Emballonuridae primitifs, mais tandis que les phalanges du doigt 5 sont extrêmement réduites, la phalange distale du doigt 3 a subi un allongement considérable. Elle égale presqu'en longueur le métacarpien.

Le genre de vol des Noctilionidae n'a pas été décrit; il est probable cependant que ces Chauves-souris se meuvent avec grande habileté, puisqu'elles sont capables, tout en voltigeant au-dessus des

Tableau Nº 2.

	Doigt 3				Doigt 4				Doigt 5				
	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Indice
Emballonuridae.													
Emballonura monticola . .	86,3	25,3	39,2	**150,8**	69,8	22,5	17,5	**109,8**	65,4	22,2	14,1	**101,7**	49,1
Emballonura semicaudata .	86,3	26,7	39,5	**152,5**	71,7	17,3	10,8	**99,8**	63,–	22,6	10,–	**95,6**	56,9
Peropteryx canina	86,4	28.7	44,9	**159,9**	75,4	21,1	20,1	**116,6**	69,4	23,3	16,9	**109,6**	50,3
Coleura afra	91,–	34,–	37,6	**162,6**	72,2	24,1	13,2	**109,6**	60,–	25,7	10,8	**96,5**	66,1
Rhynchiscus naso	100,–	32,4	48,2	**180,6**	87,1	24,5	17,4	**129,–**	80,3	23,7	11,9	**115,9**	64,7
Taphozous perforatus . . .	90,7	31,4	37.6	**159,7**	70,6	19,5	14,9	**105,–**	54,7	20,–	15,5	**90,2**	69,5
Taphozous saccolaemus . .	97,3	40,4	41,5	**179,2**	70,3	29,9	25,–	**125,2**	50,5	22,8	15,7	**89,–**	90,2
Taphozous mauritianus . .	101,6	38,8	42,6	**183,–**	78,6	22,4	22,1	**123,1**	58,3	21,9	18,–	**98,2**	84,8
Noctilionidae.													
Dirias albiventer	88,8	20,6	80,5	**189,9**	88,8	13,6	43,5	**145,9**	84,4	17,–	7,6	**109,–**	80,9
Noctilio leporinus [1]	85,7	25,6	82,7	**194,–**	88,5	15,6	42,4	**146,5**	84,2	19,9	11,3	**115,4**	78,6

[1] Dobson (12. p. 399).

rivières, de guetter des Crustacés et de petits Poissons et de les saisir en plongeant (BREHM l. c.).

Phyllostomidae.

Tableau No. 3. Figure 2 (1).

La famille des Phyllostomidae constitue un groupe très homogène par les caractères extérieurs et par la présence d'une troisième phalange ossifiée au troisième doigt. La différenciation et l'évolution des formes de ce groupe affecte le système dentaire. Les molaires chez les représentants des sous-familles les plus évoluées perdent leur structure tuberculaire primitive et tendent à acquérir la forme simplifiée des dents des Megachiroptères. La membrane alaire est d'une façon générale très développée relativement à la longueur de l'avant-bras; le troisième doigt est chez beaucoup d'espèces plus du double plus long que le radius, tandis que le cinquième doigt atteint en moyenne le développement qui caractérise celui des Megadermidae. Les très nombreuses espèces de Phyllostomidae ont été groupées en sept sous-familles.

Les représentants de la sous-famille des Chilonycterinae se distinguent de tous les autres Phyllostomidae par quelques caractères primitifs: le tuberculum majus et le tuberculum minus sont tous deux très peu développés, le premier ne présente pas de surface d'articulation avec la scapula; les dents sont normales, la feuille nasale manque. L'aile est peu développée mais déjà assez étroite chez les représentants les plus primitifs du groupe, ce caractère s'accentue chez les espèces plus évoluées appartenant au genre *Mormoops,* dont l'indice de largeur est aussi fort que chez les *Noctula* par exemple. En comparant une forme primitive (ex. *Chilonycteris rubiginosa*) et une forme perfectionnée (ex. *Mormoops blainvillei*), on constate que l'allongement du doigt 3 chez celle-ci affecte surtout la phalange 2 et le métacarpien. Chez les formes moins spécialisées, les métacarpiens sont subégaux et la phalange distale est égale à la phalange 2, ou un peu plus longue.

Nous savons par OSBURN (17) que *Mormoops blainvillei* vole très rapidement avec grande agilité. Les *Chilonycteris,* d'après PALMER (MILLER 15) n'apparaissent que lorsque l'obscurité est complète.

Chez les représentants des autres groupes des Phyllostomidae, l'humérus est plus spécialisé; le tuberculum majus s'articule avec la scapula sur une surface équivalant au tiers de la cavité glénoïde.

C'est dans la sous-famille des Phyllostominae que l'on rencontre selon WINGE les formes les plus primitives (dents à structure normale, P_3 infr. présente dans plusieurs genres, queue longue, etc.).

Les genres les moins évolués de ce groupe tels que *Micronycteris, Otopterus,* ont aussi l'aile la moins développée. Elle acquiert la forme la plus étroite chez les espèces du genre *Phyllostomus* dont l'indice peut être supérieur à 70, et l'on peut constater tous les stades intermédiaires parmi les nombreux autres genres (l'indice égale environ 50 chez les *Dolichophyllum, Tonatia, Glyphonycteris,* 60 chez *Lonchorhina,* etc.).

Chez les formes primitives, le doigt 5 et le doigt 4 sont subégaux, le cinquième étant souvent le plus long. Les métacarpiens présentent le même développement relativement à l'avant-bras que chez les Rhinolophidae, le métacarpien 5 est toujours le plus long ; les phalanges 2 et 3 du troisième doigt sont peu développées, et la deuxième n'est pas beaucoup plus longue que la troisième. L'indice est en moyenne un peu supérieur à celui des Hipposideridae (30 à 40). L'aile présente également le minimum de développement chez les Phyllonycterinae dont l'indice varie entre 27,9 et 42,6.

Chez les formes évoluées, le perfectionnement de l'aile consiste surtout dans l'allongement du métacarpien et de la phalange 2 du troisième doigt. Etant donné le développement du doigt 5 qui n'est jamais aussi réduit que chez les Chilonycterinae, on conçoit aisément que le doigt 3 atteint une très grande longueur chez les espèces dont l'indice est élevé (ex. *Phyllostomus discolor*). On peut observer également la modification de la forme de l'aile dans la sous-famille des Stenoderminae. L'aile, dans le genre *Brachyphylla,* que Miller considère comme le plus primitif de cette sous-famille en raison de divers caractères peu évolués du crâne et de la dentition, est large et semblable à celle du genre *Otopterus* du groupe précédent. Elle présente le maximum de développement chez les espèces du genre *Vampyrops,* dont l'indice atteint sur un individu de *V. lineatus* 83,3 ; je l'ai trouvé variant de 60 à 70 chez des représentants des genres *Artibeus, Pygoderma.* Il est de même relativement élevé chez les Hemiderminae, Glossophaginae (65 à 75 chez *Monophyllus* et *Lonchophylla,* 89 chez *Anoura,* etc.) ainsi que dans le genre *Sturnira* (67).

Le doigt 3 est dans toutes ces formes plus du double plus long que l'avant-bras, et, comme chez les Chilonycterinae, ce sont le métacarpien et la phalange 2 qui ont subi le plus fort accroissement ; la phalange distale s'allonge aussi, mais dans une plus faible mesure tandis que les variations de la phalange 1 sont minimes.

Si les mœurs d'un certain nombre d'espèces de Phyllostomidae sont bien connues, les observations sur leur aptitude au vol par contre sont fort rares. On sait d'après Maynard (Allen 2) que l'*Artibeus perspicillatus* apparaît tôt dans la soirée, souvent avant le coucher du

Tableau N° 3.

	Doigt 3					Doigt 4				Doigt 5				
	Mt.	Ph. I	Ph. II	Ph. III	**Total**	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Indice
Phyllostomidae.														
Chilonycterinae.														
Chilonycteris rubiginosa .	85,2	18,4	29,9	32,–	**165,5**	82,–	17,3	26,6	**125,9**	80,3	18,6	21,7	**120,9**	44,6
Chilonycteris macleayi[1]) .	—	—	—	—	**177,1**	—	—	—	**126,1**	—	—	—	**119,7**	57,4
Pteronotus davyi	90,9	19,3	32,7	30,–	**172,9**	78,8	18,1	21,1	**118,–**	75,–	22,–	21,3	**118,3**	54,6
Mormoops cinnamomea .	90,5	18,3	44,4	34,4	**187,6**	82,8	24,2	23,2	**130,2**	64,2	32,1	21,7	**118,–**	69,6
Phyllonycterinae.														
Erophylla sezekorni[2]) . .	—	—	—	—	**167,4**	—	—	—	**136,7**	—	—	—	**139,5**	27,9
Phyllonycteris poeyi[3]) . .	—	—	—	—	**171,3**	—	—	—	**137,–**	—	—	—	**135,7**	35,6
Phyllostominae.														
Micronycteris minuta . .	75,8	32,1	34,5	21,5	**163,9**	78,–	25,–	25,–	**128,–**	81,3	27,7	22,–	**131,–**	32,9
Otopterus waterhousei . .	75,1	32,2	34,3	31,4	**173,–**	73,7	30,–	27,3	**131,–**	80,7	26,6	27,5	**134,8**	38,2
Tonatia bidens[4])	80,8	35,6	40,3	30,9	**187,6**	78,6	26,–	33,2	**138,8**	83,3	28,5	30,9	**142,7**	44,9
Phyllostomus discolor . .	96,9	36,6	56,–	40,7	**230,2**	94,6	30,5	34,2	**159,3**	98,9	23,5	32,8	**155,2**	75,2
Stenodermidae.														
Brachyphilla cavernarum[5])	80,7	25,9	35,9	27,8	**170,3**	77,9	23,9	33,8	**135,6**	80,7	21,8	33,9	**126.4**	43,9
Artibeus cinereum . . .	99,1	35,1	54,–	31.–	**219,2**	99,4	29,1	36,4	**164,9**	100,–	22,7	34,3	**157,–**	62,2
Vampyrops lineatus . . .	96,3	34,3	58,6	37,4	**226,6**	88,3	29,1	34,8	**152,2**	93,–	21,9	28,4	**143,3**	83,3
Hemiderminae.														
Hemiderma perspicillatum	96.2	41,2	52,2	36,2	**225,8**	94,7	33,–	35,–	**162,7**	98,–	29,2	30,7	**157,9**	67,9
Rhinophylla pumilio[6]) . .	91,7	43,8	55,8	40,–	**231,3**	91,7	35,9	35,9	**163.5**	95,8	27,7	27,7	**151,2**	80,1
Glossophaginae.														
Glossophaga soricina . .	95,3	38,4	44,6	29,2	**207,5**	87,–	29,2	28,9	**145,1**	88,–	26,4	26,7	**141,1**	66,4
Lonchoglossa caudifera .	102,9	34,7	51,7	33,8	**223,1**	97,–	26,4	33,5	**156,9**	87,3	23,5	30,8	**141,6**	81,6
Desmodontidae.														
Desmodus rufus	92,4	18,4	30,9	28,–	**169,7**	94,1	16,9	29,6	**140,6**	88,–	17,2	28,–	**133,2**	36,5
Diphylla ecaudata . . .	100,–	24,–	50,–	36,–	**210,–**	100,–	20,–	40,–	**160,–**	100,–	26,–	30,–	**156,–**	54,–
Mystacopidae.														
Mystacops tuberculatus[7]) .	88,5	25,6	31,3	31,3	**176,6**	88,5	22,7	31,3	**142,5**	79,9	15,9	22,7	**118,5**	58,2
Myzopodidae.														
Myzopoda aurita[8]) . . .	81,2	37,7	40,5	29,6	**189,–**	—	—	—	—	83,8	27,–	27,–	**137,8**	51,2

---

[1]) **Miller** (15 p. 343.) [2]) **Dobson** (12 p. 502.) [3]) **Miller** (15 p. 346.) [4]) **Dobson** (12 p. 476.) [5]) **Dobson** (12 p. 542.) [6]) **Dobson** (12 p. 496) [7]) **Dobson** (12 p. 444)
[8]) **Dobson** (Proc. Zool. Soc. 1878. 2 p. 873.)

soleil et qu'il vole particulièrement haut. *Artibeus parvipes* a un vol puissant (Miller 15).

L'aile des Desmodontidae, les Vampyres proprement dits, ainsi que celle de quelques genres isolés : *Mystacops tuberculatus, Myzopoda aurita* et les deux espèces de *Thyroptera,* est bâtie sur le même plan que celles des Phyllostomatidae ; la phalange 3 est ossifiée. Elle est relativement peu développée et de forme large, en particulier chez *Desmodus rufus.*

Natalidae, Vespertilionidae, Molossidae.

Tableaux No. 4 et 5. Figure 2 (3, 5).

Les trois familles dont il va être question en dernier lieu renferment les Microchiroptères dont le membre antérieur est le mieux adapté au vol. Le tuberculum majus est beaucoup plus développé que le tuberculum minus, il est passablement plus élevé que la tête de l'humérus et s'articule avec la scapula sur une surface bien délimitée qui atteint chez les Molossidae la grandeur de la cavité glénoïde. La tête articulaire de l'humérus est ellipsoïde, l'extrémité distale étroite, etc.

On peut observer parmi les nombreux représentants de la famille des Vespertilionidae tous les stades intermédiaires entre les formes courtes et larges du genre Myotis et les formes larges et très développées des Kerivoulinae et des Natalidae, ainsi qu'entre la forme primitive courte et étroite de certains genres (*Philetor, Io,* etc.) et la forme étroite et très allongée des Noctules, Lasiures, etc. et des représentants des Molossidae.

Le type d'aile le plus primitif que l'on rencontre dans ces divers groupes se distingue des formes les plus évoluées des Rhinolophidae, Megadermidae, etc. par le développement déjà très accusé des métacarpiens (La longueur du métacarpien 3 est toujours supérieure aux 8/10 de la longueur de l'avant-bras). Le doigt 3 est au minimum une fois et demi aussi long que l'avant-bras.

La forme d'aile la plus large et la moins développée se rencontre chez les espèces appartenant aux genres *Myotis, Lasyonycteris, Nycticeius, Plecotus, Corynorhinus* de la sous-famille des Vespertilioninae, ainsi que chez les représentants des Nyctophylinae, des Murininae et chez les formes primitives des Natalidae et des Kerivoulinae.

Chez tous ces Chiroptères, le doigt 5 est bien développé, son métacarpien est presque toujours plus long que le quatrième et le métacarpien 3 est à peine plus long que les deux autres ; il est parfois un peu plus court que le cinquième. L'indice de largeur de l'aile est le plus bas chez *Myotis bechsteini* (27,5 en moyenne) ; il varie de 30 à 40 dans

Tableau N° 4.

	Doigt 3				Doigt 4				Doigt 5				
	Mt.	Ph I	Ph. II	**Total**	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Indice
Formes larges.													
Vespertilioninae.													
Myotis bechsteini . . .	84,8	32,2	42.1	**159.1**	84,6	22,5	21,–	**128,1**	86,3	23,–	24,–	**133 3**	25,9
Myotis mystacinus . . .	86,–	31.3	43,4	**160,7**	82,6	22,6	26,9	**132,1**	84,–	23,1	21,7	**128,8**	31,9
Lasionycteris noctivagans [1])	95,8	38,3	28,7	**162,8**	95,8	38,3	19,1	**153,2**	90,4	27.3	13,6	**131,3**	31,5
Plecotus auritus	87,5	35,–	50,5	**173,3**	85,–	25,–	26,2	**136,2**	83,7	25,5	25,–	**134,2**	38,8
Nyctophylinae.													
Antrozous pallidus [2]) . .	87,4	29 9	42,3	**159,6**	—	—	—	—	79,9	22,4	19,8	**122,1**	37,5
Nyctophilus timoriensis [3]) .	85,9	36,1	49,8	**171,8**	—	—	—	—	85.9	24,9	19,4	**130 2**	41,6
Murininae.													
Murina cyclotis [4]) . . .	92,1	42,1	53,6	**187,8**	—	—	—	—	96,–	30,6	26,6	**153,2**	34,6
Natalidae.													
Chilonatalus tumidifrons .	98,7	45,–	60,5	**204,2**	98,1	27,3	28,8	**154,2**	90,9	27,–	31,–	**148,9**	55,3
Natalus stramineus [5]) . .	86,6	39,8	63,2	**189.6**	83,2	25,1	26,5	**134,8**	83,2	26,5	26,5	**136,2**	53,4
Kerivoulinae.													
Kerivoula weberi [6]) . . .	80,5	33.8	33,–	**147,3**	72,8	22,8	18 6	**114,2**	74,5	20,3	16,1	**110,9**	36.4
Kerivoula hardwickii [7]) .	100,–	42,8	60,5	**203,3**	—	—	—	—	96,3	27,–	28,4	**151,7**	51,6
Kerivoula pellucida . . .	105,5	54,4	70,6	**230,5**	110,3	36,5	30,–	**176,8**	105,1	36,2	27,5	**168,8**	61,7
Formes intermédiaires.													
Vespertilioninae.													
Pipistrellus nanus . . .	94,6	34,–	44,3	**172,9**	90,6	30,6	27,1	**148,3**	88,1	25,3	15,6	**129,–**	43,9
Pipistrellus Kuhli . .	96,3	37 3	54,1	**187,7**	92,3	34,2	28,1	**154,6**	91,7	24,7	18,9	**135,3**	52,4
Vespertilio murinus . . .	91,3	36,–	44,4	**171,7**	88,6	33,7	23,9	**146,2**	83,2	20,9	18,6	**122,7**	49,–
Eptesicus serotinus . . .	94,6	36,3	52,6	**183,5**	91,3	32,8	29,2	**153,3**	87,1	23,7	20,8	**131,6**	51,9
Chalinolobus nigrogriseus .	97,6	44,4	58,4	**200,4**	94,7	38,8	26,3	**159,8**	92,6	22,8	18,1	**133,5**	66,9

---

[1]) **Allen** (2. p. 110). [2]) **Dobson** (12 p. 171). [3]) **Dobson** (12 p. 173). [4]) **Dobson** (12 p. 283). [5]) **Dobson** (12 p. 344). [6]) **Jentink** (in Weber Zool. Ergebn. Niederl. Ost-Ind. V. 1 p. 61. [7]) **Dobson** (12 p. 336).

les genres cités plus haut et n'est pas plus élevé chez les Murininae dont, par contre, la surface alaire est plus développée, les doigts 3, 4 et 5 s'étant accru de façon égale. L'augmentation de la surface alaire s'accentue encore plus chez les Furipteridae et chez les Natalidae et atteint son maximum chez les Kerivoulinae; l'indice s'élève aussi, en ne dépassant toutefois que rarement le chiffre de 60. Le développement de l'aile s'observe très nettement chez les diverses espèces de *Kerivoula;* elle est encore relativement très courte et large chez *K. weberi*, et s'accroît beaucoup chez les différentes espèces des Indes dont le cinquième doigt est environ une fois et demie et le troisième doigt plus du double plus long que l'avant-bras. L'indice varie de 51,6 à 61,4 chez des exemplaires de *K. hardwickei, picta, papuensis, jagori, papillosa* et *aerosa,* et la longueur relative du doigt 3 s'élève de 147,3 chez *K. weberi* à 212 chez *K. papuensis, papillosa,* 228 chez *K. lanosa* (dont l'indice serait le seul assez élevé, soit 71,6 d'après les mesures de Dobson), et 230 chez *K. pellucida.*

Les espèces de Vespertilioninae qui étaient autrefois réunies sous le nom générique de *Vesperugo,* se distinguent des espèces des genres *Myotis* et autres que j'ai cités plus haut, par un ensemble de caractères plus spécialisés (crâne plus raccourci; réduction des prémolaires; humérus : tub. majus plus développé, tête articulaire ovoïde, extrémité distale plus étroite, etc.). L'aile de ces formes d'envergure variable mais supérieure à celle des *Myotis,* etc. (la longueur du doigt 3 est en moyenne de 180) est plus étroite, son indice varie, en effet, de 45 à 65 environ; dans ce groupe de formes intermédiaires je citerai les formes les plus connues suivantes : *Pipistrellus* (44 à 52,5), *Eptesicus, Euderma, Tylonycteris, Vespertilio, Barbastella, Otonycteris, Rhogeessa* (dont l'indice des exemplaires que j'ai mesurés est d'environ 50), *Hesperoptenus, Scotophylus, Chalinolobus* (50 à 65).

L'accroissement du doigt 3 chez ces formes ainsi que chez les Natalidae et les Kerivoulinae affecte le métacarpien et plus encore la phalange distale. Celle-ci atteint chez les formes extrêmes des Natalidae et des Kerivoulinae la longueur relative de 60 à 70, tandis que le métacarpien 3 peut égaler la longueur de l'avant-bras; le métacarpien 5 est aussi très développé mais toujours un peu plus court que le troisième.

La forme d'aile courte et étroite est peu répandue, on la rencontre chez quelques espèces appartenant à des genres rares (ex. *Ia io, Philetor rohui, Mimetillus moloneyi, Tomopeas rarus*), ainsi que chez les espèces les plus primitives des genres très évolués (ex. *Nyctalus azoreum,* etc.). Elle est caracterisée par la brièveté du doigt 5, tandis que le doigt 3 atteint le développement qu'il a chez les formes primitives larges telles que *Myotis.* Le métacarpien du doigt 5 est presqu'aussi long que chez les *Myotis,* mais les phalanges sont très réduites. Le métacarpien 3 est presque de la longueur de l'avant-bras.

Cette forme peut être considérée comme le point de départ du processus qui conduit aux formes les plus spécialisées des Vespertilionidae et des Molossidae. Si, en effet, le doigt 3 continue à se développer tandis que le doigt 5 reste stationnaire, il en résulte une forme très allongée et étroite telle que celle qui caractérise les Chiroptères des genres *Nyctalus, Lasiurus, Dasypterus.*

On peut suivre ce processus dans le genre *Nyctalus* par exemple dont l'espèce *N. azoreum* a une aile encore relativement peu développée, semblable à celle des genres *Philetor, Tomopeas,* etc. L'indice qui égale chez cette espèce 53 en moyenne, s'élève à 74 en moyenne chez *N. noctula* (60 chez *N. lasiopterus,* 65 chez *N. leisleri* et *N. stenopterus*). Chez les *Lasiurus* et *Dasypterus,* la surface alaire est plus grande parceque le doigt 5 est moins réduit que chez les *Nyctalus ;* le doigt 3 est d'autant plus développé, son métacarpien est toujours plus long que l'avant-bras, tandis que la phalange distale égale la moitié de cette longueur. L'allongement du troisième doigt affecte en une plus forte mesure la phalange distale que le métacarpien; cette phalange atteint un développement extrême chez les Minioptères (cas analogue à celui des Noctilionidae et des Megadermidae) dont l'indice varie de 70 chez *M. australis* à 80 chez *M. schreibersi.*

Le type d'aile étroite que l'on a vu s'établir et se perfectionner chez les Vespertilionidae est définitivement fixé chez les Molossidae. Le genre *Platymops* est le seul représentant de la famille qui possède une aile médiocrement développée et de forme semblable à celle des genres *Philetor,* etc. Les proportions du métacarpien et des phalanges du troisième doigt y sont les mêmes. La phalange distale du doigt 5 est par contre plus longue que chez ces formes et que chez les autres Molossidae. Chez les autres genres de Molossidae, l'aile est beaucoup plus allongée et l'indice des exemplaires que j'ai mesurés appartenant aux genres *Molossops, Mormopterus, Nyctinomus, Molossus, Chaerephon, Eumops* et *Cheiromeles,* varie de 80 à 127.

Le métacarpien 3 est environ de la longueur de l'avant-bras dans toutes les formes; l'allongement du doigt chez les espèces les plus évoluées porte donc uniquement sur la phalange distale (comparez dans le tableau No. 5, *Nyctinomus wroughtoni* avec *N. brasiliensis, Chaerephon angolensis* avec *Ch. plicatus,* etc.). Le doigt 4 est en général plus développé que chez les Vespertilionidae et son métacarpien atteint souvent la longueur de l'avant-bras. Le doigt 5 est plus court chez les genres les plus évolués, tels que *Chaerephon, Nyctinomus* que chez les *Molossops* et *Platymops,* le métacarpien en particulier est encore plus réduit que chez les *Rhinopoma,* il n'égale que la moitié

Tableau N° 5.

	Doigt 3				Doigt 4				Doigt 5				
	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Mt.	Ph. I	Ph. II	**Total**	Indice
Formes étroites.													
Vespertilionidae.													
Ia io 1)	97,2	33,7	27,7	**158,6**	—	—	—	—	84,7	17,6	9,7	**112,–**	46,6
Philetor rohui	99,–	31,7	34,8	**165,5**	92,–	29,2	12,7	**133,9**	82,5	14,9	11,1	**108,5**	57,–
Tomopeas ravus 2)	—	—	—	**167,6**	—	—	—	**143,7**	—	—	—	**113,7**	53,9
Nyctalus azoreum 3)	98 6	40,5	28,3	**167,4**	—	—	—	—	83,7	21,6	12,7	**118,–**	49,4
Nyctalus stenopterus 4)	96,9	38,6	45,–	**180,5**	95,1	32,3	19,3	**146,7**	83,9	18,–	12,7	**114,6**	65,9
Nyctalus noctula	97,5	37,7	50,–	**185,2**	94,3	36,–	18,4	**148,7**	76,–	18,8	12,8	**107,6**	77,6
Lasiurus brachyotis 5)	110,7	41,–	50,5	**202,2**	—	—	—	**161,5**	—	—	—	**135,8**	66,4
Lasiurus borealis	110,2	43,5	51,5	**205,2**	101,–	28,2	27,9	**157,1**	92,3	19,2	19,7	**131,2**	74,–
Lasiurus semota 6)	130,–	45,–	50,–	**225,–**	117,5	28,7	35,–	**181,2**	100,–	22,5	20,–	**142,5**	82,5
Dasypterus egregius 7)	113,2	42,1	57,8	**213,1**	100,–	23,6	31,5	**155,1**	86,9	18,2	20,9	**126,-**	87,1
Miniopterus australis	87,5	24,1	80,5	**192,1**	86,2	20,2	42,3	**148,7**	79,2	20,7	22,–	**121,9**	70,2
Miniopterus schreibersi	92,–	24,8	85,7	**202,5**	88,9	20,3	36,1	**145,3**	81,–	21,2	20,3	**122,5**	80,0
Molossidae.													
Platymops macmillani 8)	96,8	39,–	34,3	**170,1**	—	—	—	—	71,8	20,3	20,9	**113,–**	57,1
Molossops planirostris	102,8	42,9	51,2	**196,9**	100,–	37,9	30,6	**168,5**	78,3	23,4	14,4	**116,1**	80,8
Molossops temmincki	103,4	39,7	60,2	**203,3**	99,3	32,5	32,5	**164,3**	71,5	28,4	16,4	**116,3**	87,–
Nyctinomus brasiliensis	102,5	40,5	55,5	**198,5**	100,–	32,–	26,7	**158,7**	59,–	31,–	14,5	**104,5**	94,–
Nyctinomus wroughtoni	97,–	36,7	69,1	**202,8**	—	—	—	—	—	—	—	**91,1**	111,7
Chaerephon plicatus	96,7	38,3	56,6	**191,6**	92,7	29,6	24,5	**146,8**	55,6	25,6	11,6	**92,8**	98,8
Chaerephon angolensis	103,4	46,9	67,9	**218,2**	99,7	36,9	33,4	**171,1**	67,9	26,7	10,9	**105,5**	112,7
Cheiromeles torquatus	101,8	58,8	68,7	**229,3**	98,1	48,1	34,–	**180,2**	51,6	36,7	13,9	**102,2**	127,1

---

1) **Thomas** (Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 7. V. 10 1902 p. 165). 2) **Miller** (Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 7. V. 6. 1900 p. 573). 3) **Miller** (Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 7. V. 8 1901 p. 33.) 4) **Dobson** (12. p. 217). 5) **Allen** (Bull. Amer. Mus. 4. 1892 p. 47). 6) **Allen** (Proc. Un. States Mus. 13. 1890 p. 173). 7) **Dobson** (12. p. 275). 8) **Thomas** (Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 7, V. 17. 1906, p. 499).

de la longueur de l'avant-bras chez *Cheiromeles.* L'état de réduction de ce doigt est le même que dans la famille des Emballonuridae.

Les observations sur le vol des Vespertilionidae et spécialement des espèces européennes sont nombreuses.

Les espèces du genre *Myotis* aux ailes très larges, telles que *M. bechsteini, M. nattereri, M. emarginatus,* apparaissent tard, «voltigent» maladroitement, lentement en ligne droite et ne peuvent s'élever haut. Le vol des petites espèces aux mœurs aquatiques, telles que *M. daubentoni, M. mystacinus,* etc. est un peu plus rapide et agile. Le vol du *Plecotus auritus* est (d'après TROUESSART 19) «irrégulier comme celui des papillons, peu rapide et peu élevé, dépassant rarement dix mètres au-dessus du sol».

SHORTRIDGE (l. c.) compare le vol des *Kerivoula* à celui des *Myotis* et des *Plecotus,* TOMES à celui des *Rhinolophus;* il est lent, papillonnant et bas. Il semble qu'il en est de même d'une manière générale des Murinae et des Natalidae. *Nyctiellus lepidus* d'après les observations de PALMER apparaît tard le soir et vole très bas autour des buissons (MILLER 15) *Murina leucogaster* vole très bas sur les prairies en rasant l'herbe (BLANFORD l. c.).

Le vol des Vespertilionidae, dont l'indice est plus fort que celui des formes précédentes, est plus perfectionné. BLASIUS dit par exemple que la Sérotine vole bas et lentement, qu'elle est cependant capable de faire des contours assez maladroits, mais rappelant ceux de la Noctule. L'allure est plus aisée encore chez la Barbastelle, très rapide et accidentée chez les Pipistrelles, plus assurée chez les *Scotophilus* et le *Vespertilio murinus* (*Vesperugo discolor*); ces espèces ne craignent ni le vent, ni la pluie.

Enfin tous les renseignements concordent pour attribuer aux Vespertilionidae à ailes longues et étroites, toutes les qualités d'un vol très agile.

La Noctule est la plus robuste de nos Chauves-souris; ses coups d'aile sont rapides et les contours qu'elle décrit très brusques; elle peut parcourir quelques pieds de longueur en vol plané, lutter contre un vent violent et sait échapper à la poursuite d'Oiseaux de proie (BREHM, etc.). L'espèce voisine *N. leisleri* qui habite de préférence les forêts, tournoie autour des sommets des plus hauts arbres, parfois en plein jour (BLASIUS). Le vol des *Lasiurus* est de même très agile. HORNADAY (d'après BREHM, p. 467) estime que *Lasiurus borealis* se meut dans l'air d'une façon beaucoup plus adroite qu'un Oiseau, il se retourne en tous sens et vole très rapidement. Le *Lasiurus cinereus* entreprend de longs voyages (il a été signalé aux îles Bermudes). Les Minioptères apparaissent de bonne heure, volent très haut avec une grande rapidité. Leur allure peut être comparée d'après BLASIUS

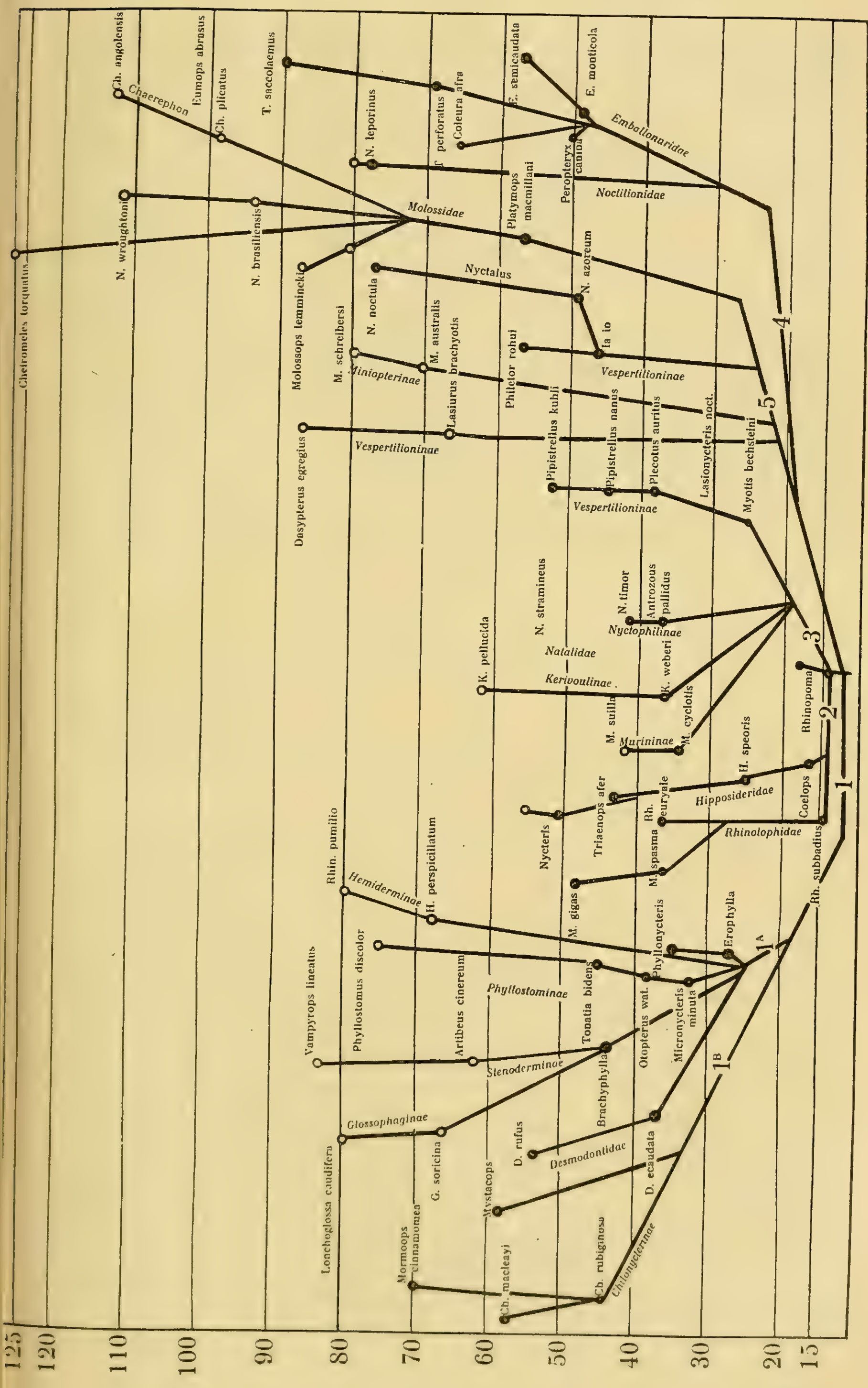

Ch. angolensis
Chaerephon
Eumops abrasus
Ch. plicatus
T. saccolaemus
T. perforatus
Coleura afra
E. semicaudata
E. monticola
Emballonuridae
Peropteryx canina
N. leporinus
Platymops macmillani
Noctilionidae
N. wroughtoni
N. brasiliensis
Molossidae
Cheiromeles torquatus
Molossops temminckii
M. schreibersi
N. noctula
Nyctalus
N. azoreum
M. australis
Lasiurus brachyotis
Phiiletor rohui
Ia io
Miniopterinae
Vespertilioninae
Pipistrellus kuhli
Pipistrellus nanus
Plecotus auritus
Lasionycteris noct.
Myotis bechsteini
Dasypterus egregius
Vespertilioninae
Vespertilioninae
N. stramineus
N. timor
Antrozous pallidus
Nyctophilinae
Natalidae
K. pellucida
Kerivoulinae
K. weberi
M. suilla
Murininae
M. cyclotis
Rhinopoma
Nycteris
Triaenops afer
Rh. euryale
H. speoris
Hipposideridae
Coelops
Rhinolophidae
Rh. subbadius
Rhin. pumilio
Hemiderminae
H. perspicillatum
M. spasma
M. gigas
Phyllostomus discolor
Tonatia bidens
Phyllonycteris
Erophylla
Phyllostominae
Vampyrops lineatus
Artibeus cinereum
Otopterus wat.
Micronycteris minuta
Stenoderminae
Brachyphylla
Glossophaginae
Lonchoglossa caudifera
G. soricina
D. rufus
Desmodontidae
D. ecaudata
Mystacops
Mormoops cinnamomea
Ch. macleayi
Ch. rubiginosa
Chilonycterinae
1
1A
1B
2
3
4
5
125
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
15

Fig. 2 (v. explication p. 181).

à celle d'une Hirondelle, cet auteur ne connait pas d'autres Chauves-souris qui possèdent un vol aussi léger et assuré. Shortridge, Fatio, Trouessart insistent aussi sur la rapidité et l'agilité du vol des Minioptères.

Quant aux Molossidae, on possède aussi un certain nombre d'observations qui toutes démontrent l'habileté de leur vol. Le *Nyctinomus tragatus* des Indes apparaît tôt, s'élève haut et vole très rapidement (Shortridge, Wroughton); dans les mêmes contrées on peut aussi observer le vol très puissant et régulier du *Chaerephon plicatus* (Blanford). En Egypte, le *Nyctinomus aegyptiacus* se distingue par son vol en droite ligne et très assuré: «*devoid of all fluttering motion*» (Anderson et de Winton). Osburn compare le vol du *Nyctinomus brasiliensis* avec celui d'une Hirondelle. Cependant selon Brehm (l. c., p. 422), le vol du *Cheiromeles torquatus* serait lent et pesant (ce qui ne l'empêche pas d'apparaître tôt et de s'élever haut). Cette allure si peu en rapport avec la forme de l'aile est dûe au fait que le *Cheiromeles torquatus*, un géant parmi les Microchiroptères, atteint la taille d'un *Pteropus* moyen et que le poids et les dimensions de son corps ne sont plus en rapport avec la surface alaire.

Résumé et conclusions.

Chez les Microchiroptères, la qualité du vol dépend en premier lieu de la forme de l'aile.

Une aile de forme élancée et étroite, mais dont les doigts ne sont pas très développés relativement à la longueur de l'avant-bras, constitue un meilleur appareil de vol qu'une aile de plus grande surface mais de forme large. C'est ainsi que, pour prendre un exemple parmi les espèces communes des Indes, le vol du *Taphozous saccolaemus* dont l'aile est très étroite mais d'envergure moyenne (Dg. III: **179,2**, Dg. V: **89**, indice: **90,2**) est bien supérieur en agilité, puissance et rapidité au vol du *Megaderma spasma* (Dg. III: **186,8**, Dg. V: **141,6**, indice: **45,2**) ou à celui du *Kerivoula picta* (Dg. III: **207,3**, Dg. V: **150,1**, indice: **57,2**) dont l'aile a une surface relativement beaucoup plus grande mais une forme très large.

D'une manière générale on peut estimer, en se basant sur les observations citées au cours de ce travail, que le vol n'atteint la perfection que lorsque l'indice de largeur est supérieur à 70.

J'ai montré que dans chaque famille, les représentants les plus primitifs ont une aile courte et relativement large et qu'au cours de son développement chez les formes plus évoluées, l'aile tend à devenir plus étroite tout en augmentant sa surface; c'est dire que le troisième doigt s'accroît plus rapidement que le cinquième.

Cette modification de la forme de l'aile se fait de façon plus ou moins accentuée et suivant divers processus chez les différentes familles de Microchiroptères.

Voici le schéma de l'aile primitive, telle qu'on peut se la représenter au moment où elle a acquis une surface suffisante pour devenir un organe de vol actif, et dont peuvent dériver toutes les formes actuelles :

L'avant-bras est un peu plus développé que le bras (environ $1^{1}/_{4}$ fois plus long). La longueur du doigt 3 dépasse légèrement celle de l'avant-bras. Le doigt 5 est plus développé que le doigt 4 1) et tous deux sont un peu plus courts que le doigt 3.

Le métacarpien 3 est à peine supérieur à la moitié de la longueur de l'avant-bras, le métacarpien 5 est aussi long et aussi épais que le métacarpien 3, tandis que le quatrième est plus court et plus grêle. La phalange proximale encore peu développée est environ de même longueur aux trois doigts. La phalange distale a subi un allongement notable au doigt 3, elle est au moins le double plus long que la phalange proximale, tandis qu'au doigt 5 les deux phalanges sont de même longueur et égalent ensemble la moitié de la longueur du métacarpien.

Si l'on en excepte le grand développement de l'avant-bras, l'aile des Rhinopomidae réalise à peu près ce plan primitif. C'est aussi chez ces Chiroptères que l'humérus, comme on l'a vu, présente la conformation la plus primitive.

A partir de cette forme, l'aile peut se modifier de deux façons. Dans un cas les trois doigts continuent à se développer, la surface de l'aile augmente, mais la forme ne se modifie le plus souvent que dans une faible mesure, car le doigt 5 s'accroissant régulièrement, le doigt 3 n'acquiert que rarement un excès de longueur suffisant pour donner à l'aile une forme étroite.

Dans l'autre cas les doigts 3 et 4 s'accroissent rapidement, tandis que le doigt 5 ne se développe que très peu ou reste stationnaire. L'aile acquiert ainsi rapidement une forme très allongée.

Le type d'aile large se rencontre chez les Rhinolophidae, Megadermidae, Hipposideridae et Nycteridae, chez un certain nombre de formes appartenant à la famille des Vespertilionidae et à celle des Phyllostomidae.

Chez les Rhinolophidae et les Hipposideridae, l'indice des formes les plus primitives n'est pas plus élevé que celui des *Rhinopoma* (Ex. *Rh. subbadius* 14,5, *Coelops frithii* 16,8) bien que l'aile soit relativement plus grande ; les trois doigts se sont accrus dans les mêmes propor-

---

1) Voir à ce propos page 157.

tions, ce qui n'a pas provoqué de modification dans la forme de l'aile. L'élévation de l'indice chez les formes plus évoluées de ces familles est dûe presqu'uniquement à l'allongement de la phalange distale du doigt 3; ce processus atteint son maximum de développement chez les Megadermidae. Chez les Nycteridae, la phalange 1 du troisième doigt s'allonge également.

Chez les Vespertilionidae, dont le membre antérieur présente sous divers rapports des caractères plus évolués que chez les familles précédentes, l'aile des formes larges les plus primitives (ex. *Myotis bechsteini, Kerivoula weberi, Murina cyclotis, Antrozous pallidus,* etc.) se distingue de l'aile des *Rhinopoma* et des Rhinolophidae par le plus grand développement des trois métacarpiens. L'allongement du troisième doigt des formes larges plus évoluées dont l'indice est plus élevé, affecte en premier lieu la phalange distale, mais également d'une façon très sensible le métacarpien et en quelque mesure seulement la première phalange (comparez les mesures du doigt 3 des espèces du genre *Myotis* avec celles des genres *Vespertilio, Eptesicus,* etc., Tableau 4). L'allongement maximum du troisième doigt se rencontre chez les Kerivoulinae et chez les Natalidae, dont le métacarpien 3 atteint parfois la longueur de l'avant-bras et la phalange distale plus de la moitié de cette longueur. L'indice de ces formes s'élève néanmoins rarement au-dessus de 55 à 60, à cause du grand développement du doigt 5 et spécialement de son métacarpien (comparez les mesures de *Kerivoula weberi* et celles de *Kerivoula pellucida,* Tableau 4).

L'aile des Chiroptères dont la phalange 3 du troisième doigt est ossifiée (Phyllostomidae, Desmodontidae, etc.), modifie sa forme chez les espèces évoluées selon un processus analogue à celui des Vespertilionidae. C'est la phalange 2 qui s'accroît le plus rapidement, vient ensuite le métacarpien et enfin la phalange 3 et la phalange 1.

Le doigt 5 est très développé, son métacarpien est le plus long des trois, chez les formes primitives. La longueur du doigt 3 est cependant telle chez les formes les plus évoluées (ex. *Phyllostomus, Vampyrops, Hemiderminae)* que l'indice dépasse parfois le chiffre 70.

Le type d'aile étroite caractérise les trois familles des Emballonuridae, Noctilionidae et Molossidae, et se rencontre chez un certain nombre de formes des Vespertilionidae, ainsi que dans le groupe des Chilonycterinae parmi les Phyllostomidae. Le doigt 5 des Emballonuridae (dont les caractères anatomiques de l'avant-bras sont presqu'aussi primitifs que ceux des Rhinopoma) n'est pas plus développé que dans le genre *Rhinopoma;* le doigt 4 est à peine plus long que le cinquième et le doigt 3 qui, chez les représentants les plus primitifs de la famille, égale une fois et demi la longueur de l'avant-bras, doit son développement uniquement à la longueur de son métacarpien. De même l'allongement que subit le doigt 3, des formes primitives aux formes les plus évoluées est presqu'uniquement le fait de l'accroissement du métacarpien. L'indice des formes les plus primitives est aussi élevé que celui des espèces les plus évoluées des Megadermidae. Cependant l'aile n'atteint pas un très grand développement.

Chez les formes étroites des autres familles, Vespertilionidae, Chilonycterinae et Noctilionidae, les métacarpiens des trois doigts sont également bien développés. Le doigt 5 est donc un peu plus long que chez les Emballonuridae (particulièrement chez les *Lasiurus*), mais les phalanges de ce doigt restent très réduites. Le développement du métacarpien 4 est parallèle à celui du troisième, de sorte que le doigt 4, contrairement à ce qu'on observe chez les Emballonuridae, subit un allongement presqu'égal à celui du doigt 3.

L'accroissement du doigt 3 chez les formes évoluées se répartit sur le métacarpien et sur la phalange distale. Celle-ci subit un allongement très remarquable (analogue à ce qu'on a vu chez les Megadermidae) chez les Noctilionidae et chez les Miniopterinae dont les métacarpiens ne sont pas particulièrement développés.

Le doigt 5 des Molossidae est à peine plus long que chez les Emballonuridae, mais par contre les deux autres doigts présentent le maximum de développement. Le métacarpien 3 est chez tous les représentants de la famille environ de la longueur de l'avant-bras et les variations de longueur du doigt affectent surtout la phalange distale. L'indice varie de 57 à 127, il est supérieur à 80 pour la plupart des espèces.

La forme d'aile des Molossidae représente le terme extrême auquel ont abouti les modifications du type d'aile étroite que l'on a vu s'établir et se perfectionner chez les Emballonuridae et chez certains Vespertilionidae, de même que l'aile des Megadermidae peut être considérée comme la phase extrême dans l'évolution des formes larges à métacarpiens courts et humérus primitif (Rhinolophidae, etc.) et celle des Kerivoulinae comme la forme la plus évoluée des ailes larges à métacarpiens bien développés et humérus plus spécialisé (Vespertilionidae, Murininae, etc.).

Explication de la Figure 2 (p. 177).

Les chiffres indiqués sur la ligne des ordonnées représentent la valeur de l'indice de largeur de l'aile. Les principales familles de Microchiroptères sont représentées sur ce tableau par les espèces dont l'indice est extrême (minimum et maximum). Lorsque la longueur relative du troisième doigt est supérieure à 190 (aile de grande envergure), l'indice est figuré par un cercle, si elle est inférieure à ce chiffre, par un point noir.

Série 1. Formes dont la phalange 3 du troisième doigt est ossifiée.
  1 A. Doigt 5 bien développé.
  1 B. Doigt 5 court.
Série 2. Formes à métacarpiens courts et à aile large.
Série 3. Formes à métacarpiens bien développés et à aile large.
Série 4. Formes primitives à aile étroite (conformation primitive de l'humérus, quatrième doigt court).
Série 5. Formes évoluées à aile étroite (spécialisation extrême de l'humérus, quatrième doigt long).

Ouvrages cités.

1. *Allen, H.* Introduction to a Monograph of the North American Bats. *Proceedings of the U. St. Nat. Museum. V. 16, 1893.*
2. *Allen, H.* A Monograph of the Bats of North America. *Bulletin of the U. St. Nat. Museum. No. 43, 1893.*
3. *Andersen, K.* On some Bats of the Genus Rhinolophus. *Proceedings of the Zool. Society of London 1905. V. 2, p. 75.*
4. *Andersen, K.* On the Bats of the Genera Micronycteris and Glyphonycteris. *Annals and Mag. of Nat. History. Ser. 7, V. 18, 1906, p. 50.*
5. *Andersen, K. and Wroughton, R. C.* On the Bats of the Family Megadermatidae. *Annals and Mag. of Nat. History. Ser. 7, V. 19, 1907, p. 129.*
6. *Anderson, J. and de Winton, W. E.* Zoology of Egypt. Mammalia. London 1902.
7. *Anthony, R.* Contribution à l'étude morphologique générale des caractères d'adaptation à la vie arboricole chez les Vertébrés. *Annales des Sciences Naturelles. Zoologie. T. 15, 1912, p. 101.*
8. *Anthony, R. et Vallois.* Considérations anatomiques sur le type adaptatif primitif des Microcheiroptères. *Internat. Monatsschrift für Anat. und Physiologie. Bd. 30, 1913—14, p. 169.*
9. *Blasius, J. H.* Naturgeschichte der Säugetiere Deutschlands. Braunschweig 1857.
10. *Blanford, W. T.* Mammalia. *The Fauna of British India, 1888—91.*
11. *Brehm, A.* Säugetiere. *Brehm's Tierleben, 4. Auflage, Bd. 1, 1912.*
12. *Dobson, G. E.* Catalogue of the Chiroptera in the Coll. of the Brit. Mus. London 1878.
13. *Fatio, V.* Faune des Vertébrés de la Suisse. V. 1. Mammifères. 1869.
14. *Hesse, R. und Doflein, F.* Tierbau und Tierleben. Bd. 1. Leipzig 1910.
15. *Miller, G.* Notes on the Bats collected by W. Palmer in Cuba. *Proceedings of the U. St. Nat. Museum. V. 27, 1904, p. 337.*
16. *Miller, G.* The Families and Genera of Bats. *Bulletin of the U. St. Nat. Museum. No. 57, 1907.*
17. *Osburn, W.* Notes on the Cheiroptera of Jamaïca. *Proceedings of the Zool. Society of London. 1865, p. 61.*

18. *Shortridge, G. C.* Notes on the time of appareance and flight of eastern Bats. *Journal of the Nat. Hist. Society of Bombay. V. 21, 1912.*
19. *Trouessart, E. L.* Mammifères. *Histoire Naturelle de la France. Musée scolaire Deyrolle. Paris 1884.*
20. *Winge, H.* Jordfundne og nulevende Flagermus fra Lagoa Santa. *E Museo Lundii. Bd. 1, 1893.*
21. *Wroughton, R. C.* Mammals Survey Report. *Journal of the Nat. Hist. Society of Bombay. Vol. 22, No. 1, 1913.*

Muséum d'Histoire naturelle, Bâle 19 juillet 1916.

Prognosen und Befunde beim Hauensteinbasis- und Grenchenbergtunnel und die Bedeutung der letztern für die Geologie des Juragebirges.

Mit 4 Tafeln und 1 Textfigur.

Von

A. Buxtorf, Basel.

Inhaltsverzeichnis.

Seite
Einleitung 185
1. Hauensteinbasistunnel 187
  a) Vorbemerkung 187
  b) Besprechung des Befundes 188
  c) Beurteilung der prognostischen Profile 200
2. Grenchenbergtunnel 201
  a) Vorbemerkung 201
  b) Besprechung des Befundes 205
  c) Beurteilung der prognostischen Profile 215
3. Ueber den rückschreitenden Gang der Faltung im Juragebirge . . . 218
    Die horizontalen Transversalverschiebungen im Juragebirge 220
4. Versuch einer Erklärung der Tektonik des Grenchenbergs 223
    Die Stauungsphase der Jurafaltung 225
    Eine neue Analogie mit den Alpen: Stauungsphase = Insubrische Phase . 226
    Tunnelbeben von Grenchen 226
5. Der Gebirgsbau des Grenchenbergs in seinen Beziehungen zur Weissensteinkette 228
    Ueberschiebungen in den Klusen von Balstal und Mümliswil 229
    Analogien zwischen den Klusen und dem Grenchenbergtunnelgebiet . . . 232
    Der Gesamtbau der Weissensteinkette zwischen Grenchen und Oensingen . 234
    Die geographische Verbreitung stark gefalteter Ueberschiebungen im Juragebirge 237
6 Zwei Querprofile durch das nordschweizerische Juragebirge mit Verwertung der Befunde im Hauensteinbasis- und Grenchenbergtunnel . . 238
    Profil 1 239
    Theorie der Keilgrabenbildung 240
    Fortsetzung der Besprechung von Profil 1 244
    Südrand des Tafeljura 246
    Profil 2 248
    Tiefentektonik der Juraketten 249
    Gesamtzusammenschub im Kettenjura 251
7. Schlussbemerkungen 252

Einleitung.

Im Herbst 1913 hatte ich Gelegenheit, im Band XXIV (S. 228 bis 258) dieser Verhandlungen eine kleine, von zwei Tafeln begleitete Arbeit zu veröffentlichen, betitelt: „Die mutmasslichen geologischen Profile des neuen Hauenstein- und Grenchenbergtunnels im Schweizer Jura“. Es lag mir damals daran, die verschiedenen, für die zwei genannten Juradurchstiche gegebenen prognostischen Profile zusammenzustellen, miteinander zu vergleichen und so zu einer möglichst klaren Erkenntnis der Probleme zu gelangen, die sich namentlich im Hinblick auf den Gebirgsbau an jede der beiden Tunnelbauten knüpften.[1]

Inzwischen sind beide Tunnel längst vollendet und dem Verkehr übergeben worden.

Der Hauensteinbasistunnel, dessen Bau im Februar 1912 begonnen hatte, wurde am 10. Juli 1914 durchgeschlagen; der Durchstich des Grenchenbergs, in Angriff genommen im November 1911, erfolgte nur wenig später am 27. Oktober 1914. Eine Verkettung glücklicher Umstände schuf mir die Möglichkeit, die Ergebnisse der Stollenvortriebe in beiden Tunnelbauten Schritt für Schritt verfolgen zu können, mit Abschluss der Tunnelbohrung lagen auch fertige geologische Profile der Befunde vor. Aufgabe dieser Arbeit soll es nun sein, diese Befunde zu vergleichen mit den prognostischen Profilen, die teils vor, teils während der Bauperiode aufgestellt worden sind, und im einzelnen abzuwägen, inwieweit die Prognosen späterhin Bestätigung gefunden haben oder versagten. Um diesen Vergleich in aller Vollständigkeit durchführen zu können, bin ich gezwungen, fast alle anno 1913 veröffentlichten Profile nochmals zur Darstellung zu bringen (vergl. die beigegebenen Tafeln I und II); dazu kommen nun noch die später gegebenen Prognosen und die Befunde, sodass die genannten beiden Beilagen den ganzen Gang prognostischer Tätigkeit klar überblicken lassen.

Bei der Besprechung der Befunde müssen wir uns an dieser Stelle freilich auf das Wesentlichste beschränken; es soll nur soweit darauf eingetreten werden, als es zur Beurteilung der Prognosen unumgänglich nötig ist. Den geologischen Detailbeschreibungen ist es dann vorbehalten, der nie geahnten Fülle neuer Erfahrungen gerecht zu werden, die jeder der beiden Durchstiche gebracht hat. Bei dieser Gelegenheit werden dann auch die nicht minder interessanten hydrographischen und thermischen Verhältnisse eingehend zu behandeln sein.

---

[1] Interessenten seien beiläufig darauf aufmerksam gemacht, dass die genannte kleine Arbeit auch als Separat-Abdruck bezogen werden kann vom Kommissionsverlag, Buchhandlung Georg in Basel.

Für den Grenchenberg wird Herr Dr. *A. Troesch* in Bern diese Arbeit später durchführen, doch soll noch dieses Jahr in einem von der Berner Alpenbahn-Gesellschaft herausgegebenen „*Schlussbericht über den Bau des Grenchenbergtunnels*“ ein genaues geologisches Profil 1 : 10.000 erscheinen, das von mir entworfen wurde unter Verwertung der Beobachtungen Dr. *Troesch's*. Dieser geologischen Darstellung wird gleichzeitig ein hydrographisch-thermisches Profil gegenübergestellt sein, das die wichtigsten Beobachtungen über Quellen und Gesteinstemperaturen zusammenfasst und auch die Tunnelbeben berücksichtigt. Eine noch eingehendere Bearbeitung des Quellenmaterials wird vorbereitet von der „Abteilung für Wasserwirtschaft des Schweiz. Dep. des Innern in Bern (Direktor Dr. *L. W. Collet*)“, namentlich wird dann an dieser Stelle auch den durch den Tunnelbau erfolgten Quellabzapfungen grösste Beachtung geschenkt werden. Es ist vielleicht für den einen oder andern Leser von Wert, schon jetzt auf diese in Aussicht stehenden Abhandlungen aufmerksam gemacht worden zu sein.

Die Bearbeitung des Hauensteinbasistunnels möchte ich mir selber vorbehalten, ich hoffe sie im Lauf der nächsten Zeit ausführen zu können.

Es mag noch beigefügt werden, dass die Veröffentlichung der Tunnelprofile (Tafel I und II) schon für den Winter 1914—15 vorgesehen war, sie hätte in möglichst raschem Anschluss an den Durchstich beider Tunnel erfolgen sollen. Allein mehrfacher Grenzbesetzungsdienst und zeitraubende Verpflichtungen gegenüber der Schweiz. geol. Kommission (Drucklegung der „Geolog. Vierwaldstätterseekarte“ etc.) traten meinem Vorhaben immer wieder hindernd in den Weg; erst im Januar 1916 konnte ich meine Befunde und auch die daraus abgeleiteten theoretischen Schlüsse der Naturforschenden Gesellschaft in Basel vorlegen.²)

Für diesen Anlass wurden dann auch die auf Tafel III und IV wiedergegebenen Profile erstellt, deren Aufgabe es ist, die Entstehung des Gebirgsbaus des Grenchenbergs zu erläutern (Tafel III) und die Tunnelbefunde in den Rahmen des Gesamtbaues des nordschweizerischen Juragebirges einzufügen (Tafel IV). Gerade das Entwerfen der beiden Profile der Tafel IV bot besonderes Interesse. Es bedeutet keine Übertreibung zu sagen, dass im nordschweizerischen Juragebirge kaum ein Problem existiert, das nicht in irgend

---

²) Vortrag vom 12. Jan. 1916; späterhin (2. Febr. und 17. März) wiederholt in den Sektionen Basel und Bern des Schweiz. Ingr.- und Arch.-Vereins.

einer Weise durch diese Tunnelbauten mitberührt worden wäre. Darum ist auch die Förderung, die die Jurageologie durch diese Tunnelbefunde erfahren hat, eine ungemein vielseitige; wir werden sehen, dass sie es uns gestatten, weiten Rückblick über die Geschichte des gesamten Juragebirges zu halten.

Der nachfolgende Text schliesst sich nach Aufbau und Inhalt ganz an den obenerwähnten Vortrag vom Januar 1916 an; nur einige theoretische Erörterungen sind an dieser Stelle etwas weiter verfolgt worden, als dies damals in der kurzen Vortragsstunde möglich war; für das Ganze ist das aber bedeutungslos. Das Festhalten an der alten Fassung bringt es andererseits mit sich, dass ich eine Ende April 1916 erschienene Arbeit von *Alfr. Amsler:* Tektonik des Staffelegg-Gebietes etc. (Ecl. geol. Helv., Bd. XIII, Nr. 4, S. 377 bis 489) in meine Betrachtungen nicht mehr einbezogen habe. Ich behalte mir vor, bei späterer Gelegenheit auf diese schöne Abhandlung zurückzukommen, die, ausgehend von einer sehr sorgfältigen Aufnahme des Staffelgebietes z. T. sich mit ähnlichen Fragen befasst, wie sie mir am Hauensteinbasistunnel begegneten.

Näher berücksichtigt wurden dagegen einige kleinere Arbeiten, die *Alb. Heim* schon im Laufe des Jahres 1915 über Probleme der Juratektonik veröffentlicht hat; es geschah dies namentlich deshalb, weil meine Erfahrungen aus dem Hauenstein- und Grenchenberggebiet sich nicht in allen Punkten mit den von *Alb. Heim* vertretenen Anschauungen vereinigen lassen.

1. **Hauensteinbasistunnel** (Länge 8135 m).

(Vergl. Tafel I.)

a) Vorbemerkung.

Wie ich schon 1913 auseinandergesetzt habe, und hier im einzelnen nicht nochmals ausführen möchte, lagen für die prognostische Beurteilung des geologischen Baues der Tunnelstrecke ungewöhnlich günstige Verhältnisse vor. Die grossen Grundzüge der Tektonik sind im allgemeinen recht einfacher Natur, überdies verfügte man dank zahlreichen frühern Arbeiten — ich erinnere nur an diejenigen *F. Mühlberg's* — von vornherein über eine sehr gute Kenntnis der lokalen Geologie; endlich konnten auch die Befunde des alten Hauensteintunnels herangezogen werden.

So ist es nur selbstverständlich, dass die prognostischen Profile, die *F. Mühlberg* und *ich* — jeder ausgehend von eigenen Feldaufnahmen — entworfen haben, in den Hauptzügen gut mit einander übereinstimmen. Wer die Profile Fig. 1 und Fig. 2 der Tafel I aufmerksam mit einander vergleicht, erkennt sofort, dass sich Abweichungen eigentlich fast nur in denjenigen Abschnitten finden, die aus den oberflächlichen Aufschlüssen heraus nicht eindeutig bestimmt werden können, deren Beurteilung — wie ich 1913 (a. a. O. S. 238) ausführte — „vielmehr fast als Gefühls- oder Geschmackssache" bezeichnet werden muss. Als derartige Strecken sind zu nennen:

1. der Gewölbekern zwischen Dottenberg und Burgfluh,
2. die Überschiebungszone und das direkt nördlich anschliessende Stück des Tafeljura,
3. der speziellere Bau der Sprüselfalte und der nordwärts davon liegenden Mulde.

Auf einen Punkt muss ich an dieser Stelle noch kurz hinweisen, nämlich auf die etwas verschiedene Länge der prognostischen Profile 1 und 2. Fig. 2 bezieht sich auf das definitive, 8135 m lange Tracé, während Herr Prof. *Mühlberg,* wie er mir s. Z. freundlich mitteilte, ein erstbeabsichtigtes, 8245 m langes begutachtete. Später wurde unter Beibehaltung der Richtung das Nordportal etwas anderes gewählt, daher die Verkürzung. Das in Fig. 1 genau wiedergegebene veröffentlichte prognostische Profil *Mühlberg's* zeigt übrigens genau nachgemessen eine Länge von ca. 8310 m, was wohl auf ein zeichnerisches Versehen zurückzuführen ist. Da ich beim Vergleich mich nur ganz ausnahmsweise der Portaldistanzen bediene, so sind diese kleinen Unterschiede praktisch bedeutungslos.

b) Besprechung des Befundes.

Um den Vergleich der Prognosen mit dem Befund zu erleichtern, ist der letztere, so gut als dies der kleine Masstab erlaubte, in Fig. 3 zur Darstellung gelangt.[3])

Ausgehend vom Südportal bis ca. 2160 m ab S. P. quert der Tunnel eine fast ganz normale Serie von den Effingerschichten bis hinab zu den obersten Schichten der Anhydritgruppe (Mittl. Muschelkalk). Mit den Prognosen herrscht in der Hauptsache gute Übereinstimmung, nur folgende Punkte bedürfen einer kurzen Erwähnung.

Zunächst ist auf das lange Anhalten der Effingerschichten hinzuweisen. *F. Mühlberg* vermutete ihre Untergrenze bei ca. 700 m ab Südportal, während ich sie bei ungefähr 1000 m voraussetzte; tatsächlich wurde sie erst bei 1140 m angetroffen. Es resultiert daraus eine bedeutend grössere Mächtigkeit dieses Schichtkomplexes, als sie von mir und namentlich von *Mühlberg* vorausgesetzt worden war. Wie sofort auszuführen sein wird, ist freilich die Möglichkeit nicht ganz von der Hand zu weisen, es könnten sekundäre tektonische Ursachen die Mächtigkeit etwas stärker erscheinen lassen als sie in Wirklichkeit ist.

---

[3]) Von einer Wiedergabe des von mir während des Baues, im Dez. 1912 entworfenen Profils (vergl. unterstes Profil der Tafel I meiner Arbeit von 1913) habe ich abgesehen; dasselbe bietet zu wenig Neues; vgl. übrigens S. 236—37 a. a. O.

Auffallend ist sodann das Nichtauftreten der in der Südabdachung des Dottenbergs so deutlich erkennbaren Verwerfung. Wer in der Lage ist, die vor kurzem (1914) erschienene „Geologische Karte des Hauensteingebietes“ von *F. Mühlberg* zu konsultieren, kann derselben entnehmen, dass die Verwerfung ca. 200 m östlich vom Tunneltracé beim Hauptrogenstein-Steinbruch von Punkt 604 besonders deutlich zu erkennen ist. Geradlinigen Verlauf vorausgesetzt, zerschneidet sie oberflächlich überm Tunnel nur noch Effingerschichten, wie dies auch auf meinem prognostischen Profil (vgl. Fig. 2) angegeben ist; in der Tiefe freilich werden auch die ältern Schichten betroffen. — Nehmen wir nun aber an, die Verwerfung biege im SW von Punkt 604 mehr in südliche Richtung ab, so ergäbe sich daraus sofort, dass sie auch im Niveau des Tunnels nur noch Effingerschichten durchsetzen kann und die ältern Schichten unberührt lässt. Dann würde sich auch die eben erwähnte, übermässig gross erscheinende Mächtigkeit der Effingerschichten erklären. — Ich behalte mir vor, später bei der Detailbeschreibung des Tunnelprofils auf diesen Punkt zurückzukommen; vorläufig habe ich darauf verzichtet, innerhalb der Effingerschichten eine Verwerfung einzuzeichnen, obwohl ich im Tunnel mehrfach Klüfte aufgemessen habe, die sehr wohl einer südlichen Verlängerung der Dottenberg-Verwerfung angehören könnten.

Was das Einfallen der Verwerfungsfläche anbetrifft, das von *Mühlberg* als lotrecht, von mir als nordwärts geneigt angenommen wird, so möchte ich beiläufig darauf hinweisen, dass in den kürzlich erschienenen „Geologischen Profilen durch das Hauensteingebiet“ *F. Mühlberg* meiner Auffassung beigepflichtet hat (vergl. Profil 4 der Serie).

Während die Prognosen die Dottenbergserie als gleichförmig geneigte Schichtplatte darstellen, hat der Tunnelbau ergeben, dass sich in der Tiefe eine leicht geschwungene Wellung deutlich ausprägt, die jedenfalls in Beziehung zu bringen ist zu der kleinen Aufwölbung von oberm Muschelkalkdolomit, die bei 2020 m eben noch in den Tunnel aufragt. Der Nordschenkel derselben ist steilstehend, zertrümmert und reduziert. — Ich gehe wohl nicht fehl, wenn ich diese Aufwölbung und Wellung mit dem Ostende der nördlich Trimbach untertauchenden Farisbergkette in direkten Zusammenhang bringe, im besondern mit dem kleinen sekundären Keuper-Liasgewölbe von Ober-Erlimoos.[4])

Wesentliche Unterschiede ergaben sich für den Abschnitt des Gewölbekerns zwischen Dottenberg und Burgfluh. Während *Mühlberg* einen ziemlich breiten Muschelkalkkern annahm und sogar die Möglichkeit erwog, es könnten sich im innersten Kern noch „Aufgeschürfte Materialien" finden, setzte *ich* einen viel enger gepressten Kern voraus und vertrat auch die Ansicht, es sei die Dottenbergserie auf den Südrand der Burgfluhmulde überschoben. — Vergleichen wir die drei Profile der Tafel I miteinander, so zeigt sich, dass in den grossen Zügen eher die letztere Annahme eingetroffen ist; im Detail freilich lagen zwischen Dottenberg- und Burgfluhserie sehr komplizierte Verhältnisse vor, die in keiner Weise hätten vorausgesehen werden können. Folgendes war nämlich zu beobachten:

Unter den Gipsen der Anhydritgruppe der Dottenbergserie und von diesen getrennt durch eine Überschiebung erschien bei 2160 m Gipskeuper, normal unterteuft von Trigonodusdolomit. Letzterer zeigt in seiner nördlichsten Partie Andeutung einer ganz flachen gewölbeartigen Biegung, wird dann aber nordwärts scharf abgeschnitten und stösst bei 2242 m unvermittelt an an steilstehenden Gipskeuper; der Trigonodusdolomit erscheint dabei auf die Köpfe der Keuperschichten hinaufgeschoben. Die steilstehenden Keuperschichten halten nur an bis 2275 m ab S. P., dann stellen sich nach scharfer, unter 53° nach Süden einfallender Überschiebungsfläche die zur Burgfluh gehörenden Opalinustone ein.

Die ganze Art des Auftretens des Trigonodusdolomits deutet darauf hin, dass derselbe als Kopf einer Muschelkalkschuppe gedeutet werden muss, die freilich nirgends oberflächlich ausstreicht. Mit den bekannten Muschelkalkschuppen des alten Hauensteins dürfen wir sie aber nicht in Beziehung bringen, diese liegen tektonisch nördlicher und werden — wie *Mühlberg's* Hauensteinkarte sehr schön erkennen lässt — vom Muschelkalk der Dottenbergserie getrennt durch den Jura-Keuperzug Burgfluh-Fluhberg-Rütiboden.

Was die zwischen Dottenberg- und Burgfluhserie auftretenden Keupermassen anbetrifft, so bilden sie in ihrem untern und südlichen Teil deutlich das normale

---

[4]) Man vergleiche *F. Mühlberg's* Hauensteinkarte und -Profile; Nr. 5 und 6 der letztern haben meine Tunnelbefunde mitverwertet. Freilich vermisse ich in Nr. 7 und 8 eine entsprechende Faltung der Muschelkalk-Keuperserie, die, wie ich vermute, zu dem Gewölbe nördlich Unter-Erlimoos (Nr. 9) hinüberleiten würde.

Hangende zum Trigonodusdolomit des Schuppenkopfes, d. h. gehören mit zur intermediären Schuppenserie. Dagegen kann der dem Trigonodusdolomit nördlich vorgelagerte Keuper sehr wohl ursprünglich mit der Burgfluh in Beziehung gestanden haben und wäre dann als stark verschürfter Rest eines Keupersüdschenkels der Burgfluhmulde zu deuten. Eine Trennung der beiden Anteile ist freilich nicht durchzuführen, vielmehr kommt diesem Keuper in seinen mittlern Abschnitten und hinauf bis zur Oberfläche mehr und mehr die Rolle einer einheitlichen, zwischen Burgfluh- und Dottenbergserie verschürften Masse zu: ein Verhalten, das sich aus der weichen plastischen Natur der Keupersedimente ohne weiteres erklärt.

An der nordwärts anschliessenden Burgfluhserie ist von Bedeutung das Fehlen eines Muldensüdschenkels im Niveau des Tunnels. In prinzipieller Übereinstimmung war in beiden prognostischen Profilen (Fig. 1 und 2) angenommen worden, der Tunnel würde unter der Burgfluh als Jüngstes nur eine mehr oder minder breite Keupermulde durchfahren. Statt dessen folgten zwischen 2264 und 2315 m stark gequetschte, von Rutschflächen durchsetzte Opalinustone, hierauf bis 2412 m ein Normalprofil des Lias, und dann in normaler Folge Keuper und Muschelkalk. Will man nicht — wie dies oben angedeutet worden ist — den zwischen Trigonodusdolomit und Opalinuston auftretenden, verschürften Keuper als Andeutung eines Muldensüdschenkels auffassen, so ist im Tunnel keine Spur eines solchen nachzuweisen. Statt nach Süden zu sich aufzurichten wie die Prognosen vorgesehen hatten, stechen vielmehr Lias und Opalinustone südwärts abbiegend in die Tiefe, nach Süden unvermittelt an Keuper stossend.

Dieser Befund ist von allgemeinerem Interesse: er zeigt uns mit aller Deutlichkeit, dass bei der Entstehung der Juraketten nicht bloss — wie dies gewöhnlich geschieht — mit Faltung und Faltenüberschiebungen und daraus resultierenden Ausquetschungen gerechnet werden darf, sondern auch streichende Brüche, die freilich nicht immer die ganze Schichtserie einheitlich zu durchsetzen brauchen, eine Rolle spielen; vor allem gilt dies m. E. für die Ketten des Basler und Aargauerjura. Dabei darf in unserm Fall aber nicht übersehen werden, dass überm Tunneltracé gegen die Oberfläche zu der Südschenkel der Burgfluhmulde — obwohl stark reduziert — doch immerhin durch Liaslinsen, Opalinustone und Untern Dogger angedeutet ist; erst der massige Hauptrogenstein erscheint wieder nach Süden zu scharf abgeschnitten. Es resultiert also eine sehr interessante Kombination von Faltung einerseits und Bruchüberschiebung andererseits; dass dabei die lithologische Beschaffenheit der einzelnen Glieder der Sedimentserie von grundlegender Bedeutung ist, geht aus dem oben Gesagten zur Genüge hervor.

Über die Verhältnisse an der Überschiebung bei 3322 m ab S. P. habe ich mich schon im „Bericht über den Besuch des Hauensteinbasistunnels durch die Schweizerische geolog. Gesellschaft“ näher geäussert (vergl. Ecl. geol. Helv. Bd. XIII, p. 356); einzelne der dort gemachten Angaben sind darum — gekennzeichnet durch Anführungszeichen — in den nachfolgenden Text übernommen worden.

Der Einfluss der Überschiebung macht sich schon in den obern Schichten der Anhydritgruppe durch das Auftreten zahlreicher Stauchungsfältelungen zwischen 3140 und 3180 m geltend; freilich sind diese vor allem wohl dadurch entstanden, dass der starre obere Muschelkalk sich nach andern Gesetzen bewegte und vielleicht sogar auch zeitlich noch etwas länger nordwärts geschoben wurde als die unterlagernde, leicht faltbare Anhydritgruppe. „Mit der Annäherung an die Überschiebung mehren sich dann die Rutsch- und Gleitflächen.“ „Die Überschiebung selber stellt sich bei rund 3322 m ab Südportal ein und zeigt flaches Südfallen. In ihrer Nähe beobachtet man zwischen Anhydritgruppe und Tertiär an einzelnen Stellen — so besonders auf der Tunnelostseite — wenig mächtige, von Rutschflächen allseitig durchsetzte Schichtpakete von grünlichgrauen, gipsführenden Mergeln, ferner Linsen von teilweise verkieseltem Kalk und Dolomit, die wahrscheinlich als verschürfte Fetzen von Keuper und Muschelkalk zu deuten sind.“ Auch Unter-Dogger- und Liasgesteine scheinen vertreten zu sein. Alle diese Massen „entsprechen den «aufgeschürften Materialien» der prognostischen Profile. Das tertiäre (obermiocaene) Alter der anstossenden grauen Kalkmergel wird belegt durch das Auftreten konglomeratischer Linsen, namentlich aber auch durch den allmählichen Übergang des Gesteins in die typischen rotbraunen Mergel, wie sie für das Obermiocaen des Tafeljura charakteristisch sind.“

Soweit der Befund. Auf einen nähern Vergleich mit den Prognosen einzutreten, dürfen wir uns in diesem Fall ersparen. Sowohl *Mühlberg* als *ich* rechneten mit dem Vorhandensein „Aufgeschürfter Materialien“ im Bereich der Überschiebungszone, ohne freilich über deren Mächtigkeit irgendwelche Angaben machen zu können. Auch die Möglichkeit ihres vollständigen Fehlens wurde von uns beiden in Erwägung gezogen. Tatsächlich ist denn auch ihre Mächtigkeit eine derart geringe ($^1/_2$—6 m), dass sie auf Fig. 3 überhaupt nicht berücksichtigt werden konnten.5)

Wichtiger als alles dieses Detail ist dagegen die Tatsache, dass die Überschiebung ziemlich genau sich da eingestellt hat, wo sie — gestützt auf die geltenden Ansichten über die allgemeinen Beziehungen von Tafel- und Kettenjura — von den Prognosen vorausgesetzt worden war. Damit hat die von *Peter Merian* erstmals angedeutete, von *Albr. Müller* und namentlich *F. Mühlberg* weiter ausgebaute Lehre, es sei die Nordstirne des Kettenjura nordwärts überschoben auf den Südrand des Tafeljura, eine ausserordentlich wertvolle Bestätigung gefunden.

Bevor wir die Überschiebung verlassen, sind noch zwei Punkte zu erwähnen, die für uns später bei der theoretischen Interpretation des Hauensteinprofils von grösster Bedeutung sein werden:

Zunächst die Mächtigkeit der Anhydritgruppe. Ziehen wir die erwähnten Stauchungsfältelungen in Betracht, so ergibt sich für den durchfahrenen Teil der Anhydritgruppe eine Mächtigkeit von ca. 70—80 m, dann folgt die Überschiebung. Das ist aber genau der Betrag, den die gleichen Schichten draussen im Tafeljura in den Salinen des Rheintals besitzen, bevor man auf das an der Basis der Anhydritgruppe liegende Steinsalz stösst. Wir können also die ungemein wichtige Tatsache feststellen, dass die überschobene Sedimentserie da abreisst, wo der Steinsalzhorizont kommen sollte.

In diesem Zusammenhang ist es nun von grösstem Interesse, dass in den aufgeschürften Materialien auch geringste Spuren von Salz enthalten sind. Zuerst machten mich die Tunnelarbeiter darauf aufmerksam, dass an dieser Stelle der beim Sprengen erzeugte Gesteinsstaub ganz leicht salzig schmecke; später zeigten sich dann an feuchten Stellen ganz schwache Salzaus-

---

5) Es liegt mir daran zu betonen, dass ich diese „aufgeschürften Materialien“ durchaus nicht etwa allgemein als reduzierten Mittelschenkel aufgefasst wissen will, wie dies gelegentlich geschieht (so z. B. auch kürzlich wieder von *Alb. Heim:* „Vermehrtes Licht in der Juraforschung“, Actes Soc. helv. sc. nat., Genève 1915, II$^{\text{ème}}$ partie, S. 36). Ausdrücklich hat *Mühlberg* noch im Hauenstein-Gutachten hervorgehoben, dass diese Schollen stellenweise deutlich normale Lagerung erkennen lassen; sie können darum unmöglich samt und sonders als Mittelschenkel bezeichnet werden, die Aufeinanderfolge müsste ja dann eine verkehrte sein. In richtiger Erkenntnis dieser Verhältnisse hat *F. Mühlberg* denn auch die treffliche „neutrale“ Bezeichnung „Aufgeschürfte Materialien“ gewählt; meines Erachtens ist die Hauptmasse derselben als Gesteinsmaterial zu bezeichnen, das von den beidseitig an die Überschiebung angrenzenden Gesteinen (besonders den plastischen Schichtgliedern) abgeschürft ist, eventuell auch vom Südrand des Tafeljura, den wir uns freilich nicht notwendigerweise allerorts als aufgestülpt vorzustellen brauchen (siehe unten).

blühungen. Analysen werden darüber später weitern Aufschluss erteilen. Es bestätigen aber diese kleinsten Spuren in erwünschter Weise den aus der Mächtigkeit abgeleiteten Schluss, dass die Überschiebung an der Obergrenze des Salzhorizontes oder in diesem selber sich abgespielt habe.

Mit dem Durchfahren der Überschiebung bewegt sich der Tunnel im südlichsten Teil des Tafeljura. Auch für diese Strecke konnte aus den spärlichen oberflächlichen Aufschlüssen eine sichere Prognose nicht abgeleitet werden. *Mühlberg* zeichnet im Profil (Fig. 1) eine Aufstülpung des Tafeljurasüdrandes, erwähnt im Text aber auch die Möglichkeit, es könnten die Tertiärschichten von Hottenried bis ins Tunneltracé hinabreichen. Letzteres erschien mir a priori als das Wahrscheinlichste und dementsprechend entwarf ich auch das prognostische Profil (vergl. Fig. 2).

Dieser Fall ist im Prinzip auch eingetroffen, allein es zeigten sich hier sehr interessante Abweichungen und zwar nach zwei Richtungen hin.

Während die Prognosen eine flache, muldenförmige Lagerung des Tertiärs voraussetzten, ergab sich dagegen, dass die obermiocaenen Mergel und Konglomeratbänke in der der Überschiebung benachbarten Strecke ein sehr deutliches südliches Einfallen von durchschnittlich 25° aufweisen, erst im Fortschreiten nach Norden zu wurde die Neigung geringer, um schliesslich nur noch wenig von der Horizontalen abzuweichen. Da die Neigung der südlichen Miocaenschichten somit fast parallel geht mit der Überschiebungsfläche, so ergibt sich daraus ohne weiteres ein sehr tiefes Einstechen der Tertiärzone bis weit unter das Tunneltracé hinab, gleichzeitig ist ein leichtes flexurartiges Abbiegen der Tertiärschichten unverkennbar.

Was dieses auffällige Abbiegen anbetrifft, so wäre denkbar, dass sich dasselbe in direktem Anschluss an die Ablagerung des Obermiocaens und noch vor der Überschiebung des Kettenjura hätte herausbilden können. Allein ich möchte doch viel eher die Auffassung vertreten, es sei diese leichte Flexur erst erzeugt worden unter dem Einfluss der Juraketten, besonders unter dem allgemeinen stauenden Druck, der von Süden her auf das Südende des Tafeljura wirkte.

Wichtig ist jedenfalls hervorzuheben, dass von irgend einer Aufstülpung des Südrandes des Tafeljura im Tunneltracé nicht die geringste Andeutung vorhanden ist, und ich möchte es bezweifeln, dass im Hauensteingebiet auch in noch grösserer Tiefe eine solche statthat.

Im Hinblick hierauf kann ich darum auch nicht allen *Mühlberg*'schen „Geol. Profilen durch das Hauensteingebiet" ohne weiteres beipflichten. Prof. 5 und 6 verwerten — freilich etwas modifiziert — meine Tunnelbefunde, allein schon die nächstfolgenden (Nr. 7, 8, 9 etc.) zeigen wieder die beliebte Rückstülpung, obwohl dafür oberflächlich keinerlei entscheidende Anhaltspunkte vorliegen. Auch *Alb. Heim* (S. 36 der oben S. 193 genannten Arbeit) spricht von einem zurückgestülpten Tafeljurasüdrand, der sich ausdünnend in der Überschiebungsfläche auskeile. Demgegenüber möchte ich aber nachdrücklich darauf hinweisen, dass ich aus dem ganzen Überschiebungsgebiet des Basler Jura nicht eine einzige Stelle kenne, welche einwandfrei ein derartiges Verhalten demonstrieren würde. Wenn der Tafeljurasüdrand in Profilen meist aufgestülpt gezeichnet wird — auch frühere von mir entworfene Profile vertraten diese Ansicht — so geschieht dies lediglich, weil das Schema der liegenden Falte (mit dem reduzierten verkehrten Mittelschenkel) in bestechender Weise den Verhältnissen gerecht zu werden scheint. Die Befunde im Hauensteinbasistunnel, dem tiefsten Aufschluss, den wir vom Südabschnitt des Tafeljura im Gebiet grösster Überschiebung besitzen, haben aber diesen Anschauungen in keiner Weise recht gegeben.

Eine andere, nicht minder interessante Abweichung betrifft den Schichtverband des Tertiärs mit seiner Unterlage, den ich schon in meinem oben erwähnten Bericht über den Tunnelbesuch der Schweiz. geol. Gesellschaft kurz geschildert habe (Ecl. geol. Helv. Bd. XIII, 357—58); der Vollständigkeit halber gebe ich die damalige Darstellung auszugsweise hier wieder. Folgendes war zu beobachten:

Die Miocaenschichten, vorwiegend rotbraune Mergel mit spärlichen sandigen oder konglomeratischen Einlagerungen, halten an bis 3700 m ab Südportal. Hier „erscheinen dann aber in der Tunnelsohle als erste Unterlage des Tertiärs die Effingerschichten, welche bis 3780 m anhalten; hierauf stellen sich ca. $^{1}/_{2}$ m mächtige Birmensdorferschichten ein. Die anschliessende Strecke der Tunnelsohle von 3780 bis 3870 m wird durch das vorwiegend tonige Callovien eingenommen, worauf bis 3900 m die Variansschichten folgen,“ unterteuft vom Hauptrogenstein. „Das ganze Profil: Effinger- bis Variansschichten zeigt ein durchschnittliches südöstliches Einfallen von gegen 20^{0}. Diese Schichten streichen aber nicht hinauf bis in die Tunnelfirste, sondern werden in wechselnder Höhe diskordant überlagert von tertiären Gesteinen, welche sich ununterbrochen in der Tunnelfirste verfolgen lassen. Ein glücklicher Zufall wollte es also, dass der Tunnel uns auf einer ca. 200 m langen Strecke die unregelmässige Transgressionsfläche des Tertiärs über Juraschichten zugänglich gemacht hat! Erst bei 3900 m streicht die schwach nordwärts ansteigende Überlagerungsfläche aus dem Tunnelprofil heraus.“

Ich behalte es mir vor, diesen interessanten Befund in meiner Detailbeschreibung des Hauensteinbasistunnels näher zu diskutieren. „Nur kurz sei darauf hingewiesen, dass also der Südrand des Tafeljura in der Nähe der sog. Montterrible-Linie ein ziemlich ausgeprägtes Abbiegen seiner Schichten zu stärkerem Südfallen erkennen lässt. Über diesen südfallenden Schichten ruht mit viel schwächerem Südfallen diskordant das Tertiär, das seinerseits“ vom später entstandenen „Kettenjura überschoben wird.“

Es liegt somit im Südrand des Tafeljura ein Gebiet vor, das schon in vormiocaener (genauer gesagt vorobermiocaener) Zeit Tendenz zu südlichem Absinken aufgewiesen hat; als ein späteres Wiederaufleben dieser Bewegung könnte das früher (S. 194) beschriebene, leicht flexurartige Abbiegen des Obermiocaens aufgefasst werden; freilich hat sich dieses doch viel eher erst im Zusammenhang mit der Jurafaltung herausgebildet.

„Auch auf folgenden Punkt mag noch hingewiesen werden: Innerhalb der Transgressionsfläche bilden die harten kalkigen untern Effingerschichten einen ausgeprägten Rücken, der für die basalen Teile des nördlich und südlich angrenzenden Tertiärs ausgeprägte facielle Verschiedenheit bedingt. Südlich des Effingerrückens wird die Tertiärbasis von sandigen Mergeln gebildet, nördlich davon aber schieben sich zwischen das Callovien und die Tertiärmergel noch grobe Basalkonglomerate ein. Als Komponenten führen diese zunächst alle in der Nähe anstehenden Gesteine vom Rogenstein an bis zum untern Malm, daneben aber auch helle Quarzite und ausserdem sehr selten Granitgerölle. Diese letztern Gerölle zeigen, dass diese Konglomerate nicht verglichen werden dürfen mit den anderorts im Tafeljura auftretenden eocaenen Basalkonglomeraten, die sich lediglich aus Rollsteinen der Unterlage zusammensetzen. Auch mit der Juranagelfluh dürfen sie schon der abweichenden stratigraphischen Stellung wegen nicht in Parallele gesetzt werden. Vermutlich haben wir es mit einer lokalen, uns neuen Konglomeratbildung zu tun, die wegen ihres engen Schichtverbandes mit obermiocaenen Mergeln wahrscheinlich selber noch zum Obermiocaen zu stellen ist. Die Beimengung von Quarziten und Graniten weist auf gewisse Beziehungen zu den vindobonischen Nagelfluheinlagerungen im nahen Mittelland und ist vielleicht so zu deuten, dass Vindobonienmaterial mit im Basalkonglomerat verarbeitet worden ist. — Die Konglomerate selber als Vindobonien zu deuten, liegt kein Grund vor. Der Schichtverband spricht dagegen, ebenso auch das Fehlen von Versteinerungen. Was an solchen im Konglomerat gesammelt wurde, entstammt der Unterlage, besonders dem Callovien und liegt auf sekundärer Lagerstätte.“

Es ist hier nicht der Ort, noch näher auf diese eigenartigen, in mancher Hinsicht ganz rätselhaften Konglomerate einzutreten. Ich messe dem Gesagten nur den Wert einer vorläufigen Meinungsäusserung bei, vielleicht gelingt es mir, nach weiterer Prüfung des Materials und nochmaligen Begehungen im Felde einer definitiven Deutung näher zu kommen.

Verfolgen wir das Tunnelprofil weiter:

Der *obere Hauptrogenstein*, der bei 3900 m unter den Variansschichten auftaucht, zeigt lokal eine *auffällige flexurartige Knickung*, verknüpft mit teilweise recht steilem südlichem Einfallen. Der anschliessende *untere Hauptrogenstein* biegt dann rasch ab in ganz flach südostfallende Lagerung.

Bei 4250 m quert eine NE-streichende, steil N-fallende *Verwerfung* den Tunnel und versenkt die untersten Variansschichten vor die Köpfe des untern Hauptrogensteins. Infolge der südlichen Neigung der Schichten tritt nördlich unter den Variansschichten sehr bald wieder der obere Hauptrogenstein hervor. Dann aber folgt zwischen 4455 m und dem Ventilationsschacht ein prachtvoller kleiner *konvergierender Keilgraben*, dessen Ausfüllung im Tunnelniveau von Varians- und Callovienschichten gebildet wird. An den beidseitigen Rändern steht flachliegender oberer Hauptrogenstein an. Die den Graben begrenzenden Verwerfungsflächen zeigen auch in diesem Fall NE-streichen. Ihr Einfallen gegen den Graben zu konnte einwandfrei gemessen werden, besonders deutlich bei der nördlichen Verwerfung. Ein Zufall wollte es nämlich, dass der Ventilationsschacht, dessen Bau begonnen worden war, *bevor* der Stollenvortrieb diesen Abschnitt erreicht hatte, in seinem untersten Abschnitt die Verwerfungsfläche prachtvoll freilegte.

Das Auftreten der beschriebenen drei Verwerfungen, im besondern ihr Zusammentreten zu einem Grabenbruch, ist insofern von grösstem Interesse, als sich darin eine tektonische Eigentümlichkeit zeigt, die für den Basler Tafeljura, den Dinkelberg, ja sogar auch für das Tertiär des Rheintalgrabens und den anstossenden Pfirter- und Elsgauerjura bezeichnend ist. Während es freilich in allen den genannten Gebieten nicht häufig möglich ist, die Neigung der Verwerfungsflächen, im besondern die *Keilform der Gräben*, wie ich sie für den Tafeljura erstmals 1901 (Gelterkinden) zeichnete, zu beweisen, lagen dagegen im Hauensteinbasistunnel ungemein klare Verhältnisse vor. Am eben beschriebenen Graben sowie an einem andern in der Nähe des Nordportals liess sich die Neigung der Verwerfungsflächen gegen den Graben zu übereinstimmend auf 70° bestimmen. Die Abweichung von der Vertikalen ist somit eine recht beträchtliche. Wenn s. Z. versucht worden ist, die Keilform der Gräben als seltenen Ausnahmefall darzustellen, so steht dies mit allen unsern neuern Erfahrungen im Widerspruch und bedarf keiner Widerlegung mehr. Dass im übrigen die Entstehung dieser konvergierenden Keilgräben ein ungemein schwieriges tektonisches Problem darstellt, sei hier bloss angedeutet; im Abschnitt 6 dieser Arbeit wird sich Gelegenheit bieten, auf eine „Theorie der Keilgrabenbildung“ näher einzutreten.

Nur auf eine Eigentümlichkeit sei noch kurz verwiesen: ich meine die Stauchungserscheinungen innerhalb der Grabenausfüllung. In den Callovientonen und Variansschichten des Grabens liessen sich nämlich im Tunnel eine ganze Reihe von kleinen schief nordwärts ansteigenden Brüchen erkennen, längs welchen immer von Süden her die ältern Schichten auf die jüngern aufgeschoben erschienen. In Fig. 3 konnten diese Störungen nur durch zwei ganz kleine südfallende Strichlein angedeutet werden. Da die Richtung der Verschiebungsflächen und der Sinn der Bewegung genau dieselben sind wie an der Kettenjuraüberschiebung, so gehe ich wohl nicht fehl, wenn ich mir diese Zusammenstauchung der weichen Schichten des Grabens entstanden denke durch den Druck, den der Kettenjura auf sein nördliches Vorland ausgeübt hat.

Auf das Profil des Ventilationsschachtes trete ich nicht näher ein. Nach Durchfahrung der rund 15 m mächtigen Quartärdecke, stellten sich bis auf 73 m Tiefe tertiäre Bildungen ein (obermiocaene Mergel und Süsswasserkalke, zuletzt (? eocaene) Basalkonglomerate). In der jurassischen Unterlage folgte dann ein ausgezeichnetes Profil durch die Schichtserie des Grabenbruches, gehend von den Effingerschichten bis ins Callovien, in der untersten Strecke wurde wie erwähnt die nördliche Verwerfung des Grabens eben noch angeschnitten.

Wenn ich im Befundprofil die Tertiär-Effingergrenze vom Schacht aus südwärts ziemlich geradlinig zur Tunnelfirste bei 3900 m ab S. P. durchgezogen habe und die Tertiärbildungen, die ich zum weitaus grössten Teil dem Obermiocaen zuzuzählen geneigt bin, ungestört über die Verwerfungen hinweg zeichnete, so stützte ich mich dabei auf die früher (1899 und 1901) von mir beschriebenen Verhältnisse von Tenniken und Rünenberg im nördlich benachbarten Tafeljura. Dort liess sich nicht nur zeigen, dass die Verwerfungen sich schon in vormittelmiocaener Zeit gebildet haben, sondern auch nachweisen, dass alle durch die Verwerfungen bedingten Niveauunterschiede sehr bald wieder der Einebnung anheimgefallen sein müssen; die Miocaenschichten (vom Vindobonien an) transgredieren ungestört über alle Brüche hinweg.

Diese interessanten Lagerungsbeziehungen zwischen dem Tertiär und seiner Unterlage machen es nun ohne weiteres verständlich, wenn im eben beschriebenen südlichsten Tafeljuraabschnitt nennenswerte Unterschiede zwischen dem Befund und den prognostischen Profilen hervortreten. Diese Strecke war eben schlechterdings nicht zu beurteilen. Die oberflächlich verbreiteten, nur wenig geneigten Miocaenschichten verraten nichts von der bunten Tektonik der Unterlage. Sowohl *Mühlberg* als *ich* betonten das rein Hypothetische unserer prognostischen Profile — das meine gibt hier nur punktierte, mit Fragezeichen versehene Zeichnung —; wir rechneten auch mit der Möglichkeit tektonischer Störungen, namentlich solchen, die in Beziehungen stehen konnten zur Kettenjuraüberschiebung. Dass uns statt dessen ein Ausschnitt klassischer Tafeljuratektonik erschlossen wurde, bedeutete eine vollständige Überraschung.

Anders liegen die Verhältnisse für die nun noch zu besprechende Tunnelstrecke Sprüsel-Nordportal. Hier konnte die prognostische Beurteilung die prächtigen Aufschlüsse des Eibachs südlich und nördlich von Zeglingen heranziehen.

Eine hübsche Neuigkeit bescherte uns freilich die Sprüselfalte. *F. Mühlberg* setzte hier eine kleine, nach Norden etwas überkippte Falte voraus, *meine* Prognose rechnete mit einem ziemlich breiten Gewölbe. Statt dessen aber stellten sich zwei Aufwölbungen ein, eine südliche grössere mit einem Kern von Blagdenischichten und eine flache nördliche. Diese Doppelung überraschte zunächst Prof. *Mühlberg* und mich sehr. Spätere Begehungen des Sprüselgebietes führten dann zum Ergebnis, dass in den Effingerschichten des Sprüselrückens und auch südlich vom Dorf Zeglingen ganz lokal muldenförmige Lagerung zu erkennen ist. Die ,,Hauensteinkarte *Mühlberg's* kennzeichnet diese Stellen durch entsprechende Fallzeichen. Da sich nun die betreffenden Aufschlüsse genau da finden, wo nach dem Tunnelbefunde die Mulde sich oberflächlich äussern muss, so ist ein direkter Zusammenhang beider Erscheinungen kaum von der Hand zu weisen. Auf Fig. 3 ist dies angedeutet. Freilich ist das Südfallen der Effingerschichten so lokal, dass weder *Mühlberg* noch *ich* vor dem Tunnelbau dieser Unregelmässigkeit Bedeutung beimassen.

Die merkwürdigen tertiären Konglomeratbildungen im Scheitel und auf den Flanken des Sprüsels möchte ich bei späterer Gelegenheit näher beschreiben. *Mühlberg* stellt sie unter Vorbehalt ins Eocaen, während ich dieselben (1913, Fussnote S. 236) noch mit zum Obermiocaen zählte. Auch hier sind weitere Untersuchungen im Felde nötig.

Dass die Sprüselfalten durch den Druck des Kettenjura erzeugt worden sind, entspricht der allgemeinen Auffassung und braucht nicht näher ausgeführt zu werden. Wir müssen in solchen Fällen von „Gefaltetem Tafeljura" sprechen.

Die anschliessende Tunnelstrecke unter Wolfgalgen bis nach Fohrenweid hat keine nennenswerten Abweichungen ergeben. In der Muldensohle südlich Wolfgalgen liegt der Tunnel im Hauptrogenstein, *Mühlbergs* Profil trifft hier besser zu als das meinige. Unter Fohrenweid-Hinterholz dagegen, wo *Mühlberg* ein Auftauchen der Opalinustone annahm, blieb der Tunnel, entsprechend meiner Prognose, ganz in Blagdeni-Murchisonaeschichten.

Interessant sind noch einige Details im Tunnel unter Fohrenweid. Zunächst zeigte sich bei 1130 m ab Nordportal eine sehr deutliche Überschiebung. Längs einer mit ca. 20° südwärts geneigten Fläche ist der südliche Schichtkomplex um einen kleinen Betrag nordwärts verschoben worden. Diese Störung verläuft mit der Kettenjuraüberschiebung parallel und gleichsinnig, ich fasse sie darum unbedenklich als deren Begleiterscheinung auf.

Zwischen 1068 und 1092 m ab N. P. liess sich sodann ein sehr deutlicher kleiner Keilgraben nachweisen. Da auch dieser Grabenbruch schon vormittelmiocaenen Alters sein dürfte, so ist anzunehmen, dass er überm Tunneltracé von der eben erwähnten jüngern Überschiebung gleichfalls zerschnitten wird. Es muss dann ein tektonisches Bild entstehen, wie ich es in Fig. 3 gegeben habe.

Es wird später zu prüfen sein, ob die eben beschriebenen kleinen Störungen sich auch oberflächlich nachweisen lassen. Bis jetzt blieben sie unbeachtet, was freilich nicht verwundern darf.

Die Strecke beim Nordportal brachte nichts Neues. Die leichte Aufwölbung unter Fohrenweid und die anschliessende Mulde von Hinterholz entsprachen den Voraussagen. Zweifellos ist auch diese Wellung der Sedimenttafel noch auf den Einfluss des Kettenjura zurückzuführen.

c) *Beurteilung der prognostischen Profile.*

Suchen wir zum Schluss aus all diesen Ausführungen ein Gesamturteil über die prognostischen Profile des Hauensteinbasistunnels abzuleiten, so darf — trotz allen Abweichungen im einzelnen — gesagt werden, dass sie durch den spätern Befund eine recht weitgehende Bestätigung gefunden haben. Dies zeigt schon ein Blick auf die Tafel I. Wo Differenzen sich zeigen, da handelt es sich durchgehends um Stellen, die aus den oberflächlichen Verhältnissen heraus eben nicht näher beurteilt werden konnten. Dahin gehört der „Gewölbekern“ zwischen Dottenberg und Burgfluh und das Südende der Burgfluh„mulde“; das gilt auch für die nähern Verhältnisse in der Überschiebungszone und den angrenzenden Tafeljuraabschnitt bis zur Sprüselfalte, nicht zuletzt für die Doppelung der Sprüselfalte und die kleinen Störungen von Fohrenweid. Dass gerade diese Abweichungen es sind, welche eine wesentliche Bereicherung unserer Kenntnisse vom Bau des Juragebirges ausmachen, braucht nicht näher hervorgehoben zu werden. Interessant und von allgemeinerem Interesse ist dabei der Nachweis von Kettenjuraeinflüssen im ganzen Tafeljuraabschnitt bis hinaus zum Nordportal; erst weiter nordwärts, ausserhalb des Tunnelgebietes, herrscht dann reine Tafeljuratektonik.

Besonders wertvoll ist endlich der klare Aufschluss, den der Tunnel über die Verhältnisse an der Überschiebung des Kettenjura geliefert hat. Alles deutet darauf hin, dass das Ausmass dieser Störung im Hauensteingebiet noch viel gewaltiger ist, als bisher gewagt wurde anzunehmen. Die von *F. Mühlberg* ausgebaute Lehre vom Überschobensein des Kettenjura-Nordrandes ist selbst in ihren kühnsten Voraussetzungen durch den Befund noch übertroffen worden.

2. **Grenchenbergtunnel** (Länge 8565 m).

> »Aber hier, wie überhaupt,
> Kommt es anders als man glaubt.«
> Wilh. Busch.

(Vergl. Tafel II.)

a) Vorbemerkung.

Wie ich 1913 in diesen Verhandlungen auseinandergesetzt habe, bietet der Grenchenbergtunnel ganz andere tektonische Probleme dar als der eben beschriebene Hauensteinbasistunnel. Hier handelt es sich um die Durchbohrung zweier geschlossener Juraketten (Grenchenberg und Graitery) und der sie trennenden Mulde des Chaluet.

Eine erste geologische Begutachtung eines Grenchenbergtunnelprojektes hat 1902 *L. Rollier* gegeben; später (1908) hatten *E. Baumberger* und *ich* Gelegenheit, uns mit Teilproblemen dieses Tunnelbaues zu befassen, endlich entwarf ich 1912 im Auftrag der Tunnelbau-Unternehmung neue Profile des ganzen Durchstichs, wobei mir für einige Punkte die Herren Drs. *E. Baumberger* und *G. Niethammer* ihre Mithilfe gewährten. Auf den Inhalt aller dieser prognostischen Arbeiten kann ich an dieser Stelle nicht nochmals näher eintreten, sondern verweise auf meine frühern Ausführungen (diese Verhandlungen Bd. XXIV, 1913, S. 238 und ff.). Die 1913 gegebenen Profile sind dagegen auf Tafel II als 1. Serie wiederholt worden, um einen Vergleich mit den spätern Entwürfen (2. Serie) zu ermöglichen. Ebenso ist das schon damals als Textfigur eingeschaltete prognostische Profil von *L. Rollier* der Vollständigkeit halber zum Wiederabdruck gelangt (siehe folgende Seite).

Unter Hinweis auf Profil 1 der Tafel II können die einzelnen Abschnitte des Durchstichs kurz wie folgt charakterisiert werden:

Im Norden beginnend, bewegt sich das Tunneltracé zunächst im südlichen Teil des Tertiärbeckens von Moutier. Die Prognose sieht im Gebiet der Sondierbohrung II eine leichte Aufwölbung der Molasseschichten voraus, entsprechend dem im SW von Moutier untertauchenden Malmgewölbchen der Verrerie. Zwischen den Bohrungen II und III wird eine Mulde vermutet, dann ein Wiederaufbiegen der Molasse gegen die Flanke der Graiterykette.

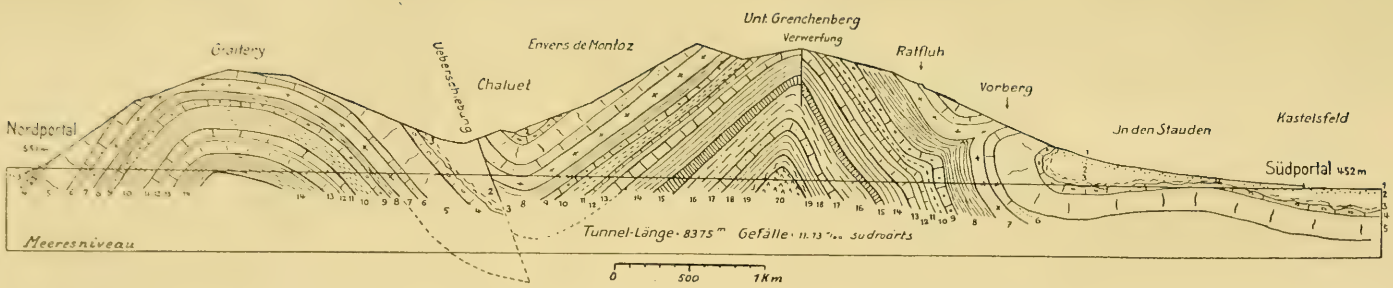
Die Graiterykette wird als ziemlich einfaches Gewölbe aufgefasst, nur im äussern Malmmantel bei Punkt 1126 konnten *Baumberger* und *ich* eine nordwärts gerichtete Überschiebung nachweisen. *Rolliers* Prognose enthält diese Störung nicht; nach ihm bildet der Graitery auch im Malm ein normales Gewölbe, dessen Nordschenkel etwas steiler einfällt als der Südschenkel.

Für die südlich anschliessende Strecke unterm Chaluet standen sich zunächst zwei Auffassungen gegenüber, je nach der tektonischen Deutung der mitten in der Mulde aufragenden Roches du Chaluet.

Rollier (1902) betrachtet die Roches du Chaluet als anstehend und hängt sie muldenförmig an den Nordschenkel des Grenchenbergs an (vergl. nebenstehende Textfigur und Fig. 2 der Tafel II). Dadurch wird die Chaluetmulde zerlegt in einen tief einstechenden nördlichen und einen flach trogförmigen südlichen Teil. Die nördliche Begrenzung der Roches du Chaluet wird nach *Rollier* von einer Überschiebung gebildet.

Baumberger und *ich* deuteten dagegen (1908) die Roches du Chaluet als vom Graitery her abgerutschte Masse; die Mulde unter derselben wird als einfach, aber tief einstechend aufgefasst. Im Prinzip gelangt diese Anschauungsweise auf Profil 1 und 6 (vom Mai und Januar 1912) der beigelegten Tafel II zum Ausdruck.

Es ist unnötig, an dieser Stelle noch näher auf diese ältern Arbeiten über das Chaluet einzutreten, sie sind in meiner Zusammenstellung von 1913 ausführlich besprochen worden. Dass der geolog. Bau des Chaluet im übrigen auch auf die Tektonik des Grenchenbergs bis tief in dessen Kern hinein von Einfluss sein musste, war von vornherein anzunehmen, es ergibt sich dies schon aus dem Vergleich der Profile 1, 2 und 3.


Graitery
Nordportal
551m
Ueberschiebung
Chaluet
Envers de Montoz
Unt. Grenchenberg
Verwerfung
Ratfluh
Vorberg
Jn den Stauden
Kastelsfeld
Südportal 452m
Meeresniveau
Tunnel-Länge · 8375m Gefälle · 11.13 ‰ sudwarts
0
500
1Km
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Hypothetisches Längenprofil eines Tunnels Münster-Grenchen (Variante I)
entworfen von *Dr. Ls. Rollier, 1902.*
Massstab 1 : 50,000.

Zeichenerklärung.

1. Diluvium, Felstrümmer und Moränen.
2. Molasse.
3. Bohnerz- und Bolusformation.
4. Portlandstufe des Jurakalkes (Portlandien).
5. Kimmeridgestufe des Jurakalkes (Kiméridgien).
6. Verena-Oolith (oberste Sequanstufe).
7. Mittlere und Untere Sequanstufe).
8. Cementmergel der Aaraustufe (Ob. Argovien).
9. Spongitenkalk der Aaraustufe [Unt. Argovien = Birmensdorfer-Sch.).
10. Oxford- und Kellowaystufe (Oxfordien und Callovien).
11. Oberer Rogenstein.
12. Homomyenmergel.
13. Vesouloolith oder Hauptrogenstein.
14. Unt. Dogger-Ob. Lias (Bajocien-Toarcien).
15. Mittl. und Unt. Lias (Charmouthien-Sinémurien).
16. Keuper.
17. Muschelkalk.
18. Anhydritformation und Salztone.
19. Wellenbildungen.
20. Buntsandstein.

In meiner Arbeit von 1913 wagte ich nicht mehr eine bestimmte Meinung über das Chaluet auszusprechen. Eine im Jahre 1911 daselbst ausgeführte und auf allen Profilen berücksichtigte Sondierbohrung hatte wenig zugunsten unserer Deutung von 1908 gesprochen; andererseits aber sah ich keine Möglichkeit, die Befunde des nahen Weissensteintunnels mit der von *Rollier* vorgeschlagenen Deutung in Einklang zu bringen, höchstens eine Lösung entsprechend Profil 3 schien mir noch diskutabel zu sein. Da auch erneute Begehungen im Felde keine Klarheit brachten, liess ich die Frage offen, dem Tunnelbau die Entscheidung überlassend.

Diese sollte uns freilich noch vorher zuteil werden, und zwar aus folgendem Grunde. Die Profile zeigen, dass gerade unterm Chaluet der Scheitelpunkt des Tunnels liegt. Da nun die Bauunternehmung ein grosses Interesse daran hatte zu wissen, ob in der Nähe des Gefällsbruches mit Kalken und starken Quellen oder aber mit trockenen Molassegesteinen gerechnet werden müsse, wurde die Ausführung eines Sondierstollens beschlossen und von Herrn Dr. *A. Troesch* und *mir* eine hiezu besonders geeignete Stelle am Nordabhang der Roches du Chaluet ausgesucht. Die Erstellung des Stollens fällt in die Zeit vom September 1913 bis Januar 1914, das Ergebnis war ein eindeutiges. Aus Profil 8 ist ersichtlich, dass der Stollen auf einer 116 m langen Strecke miocaene Molasse durchsticht, dann auf 8 m Länge stark verquetschte bunte Mergel des obern Oligocaens, um endlich bei 124 m unvermittelt auf die Kimmeridgekalke zu stossen. Die Kalke zeigten sich stark zertrümmert und von Kalkspat durchsetzt, z. T. mussten sie direkt als Reibungsbreccie bezeichnet werden. Am Vorhandensein einer Überschiebung war somit kein Zweifel mehr möglich; die Neigung der Überschiebungsfläche bestimmten Dr. *Troesch* und *ich* zu 54° SE und nahmen an, sie setze in gleicher Richtung hinab zum Tunnel. Im Prinzip war also die Entscheidung ganz zugunsten der von *L. Rollier* (1902) vertretenen Auffassung gefallen; fraglich blieb nun nur noch der speziellere Bau der südlich der Chaluetfelsen liegenden Mulde: ob flach oder tief, vergl. Profil 2, bezw. Profil 3. Jedenfalls aber schuf der Stollen volle Klarheit über die Verhältnisse unten im Tunnel beim Gefällsbruch, lange noch bevor der Vortrieb diese Strecke erreicht hatte (vergl. die in Profil 8 gegebene Prognose für den Abschnitt direkt unter den Felsen).

Nach diesen Erörterungen über die Unterfahrung des Chaluet verfolgen wir das Tunneltracé weiter nach Süden zu.

Die südlich anschliessende Grenchenberg-(Weissenstein-)Kette bot einer prognostischen Beurteilung sehr wenig Handhabe. In weitem Umkreis fehlen tiefere Aufschlüsse ganz, nur auf Altrütiberg tritt $1^{1}/_{2}$ km östlich vom Tracé als Ältestes lokal der Lias zutage. Über den tiefern Kern blieb man im Ungewissen.

Aus den Befunden im Weissensteintunnel durfte abgeleitet werden, dass sehr wahrscheinlich eine leichte Doppelung des Kerns angenommen werden müsse: ein grosses Gewölbe (Stalfluh-Grenchenbergfalte) im Norden und eine kleine Vorfalte (Röthifluhfalte) im Süden unter der Ratfluh (vergl. Profil 1). Im Kern des Hauptgewölbes vermutete ich — gestützt auf die Verhältnisse von Günsberg und theoretische Erwägungen die Anhydritgruppe, während *L. Rollier* sogar Wellenkalk und Buntsandstein ins Tunneltracé aufragen lässt (vergl. Textfigur S. 203).

In der Molassestrecke am Südportal bei Grenchen endlich durfte eine leichte Aufwölbung erwartet werden, entsprechend der bei Grenchen-Lengnau ostwärts untertauchenden Twannbergkette.

Damit ist in kurzen Worten das Wesentliche der prognostischen Profile gekennzeichnet, die vor oder ganz kurz nach Inangriffnahme des Tunnels entworfen worden sind (vergl. Fig. 1, 2 und 3 der Tafel II, die alle vom Ende Januar und Mai 1912 stammen).

b) Besprechung des Befundes.

1. Molassestrecken am Nord- und Südportal.

Einige vorläufige Angaben über die Tunnelaufschlüsse in den beidseitigen Portalstrecken sind schon in meinen Ausführungen von 1913 enthalten, waren doch im Februar 1913 Nord- und Südstollen schon bis in die Malmflanken der Ketten vorgetrieben.

Für die Molassestrecke von Moutier bis zum Nordschenkel des Graitery ergab sich (vergl. Profil 5 und 6) eine sehr gute Bestätigung der Prognose, es stellte sich der erwartete Bau ein. In den auf Tafel II gegebenen Darstellungen des Befundprofiles dieser Strecke besteht aber insofern ein Unterschied zwischen Serie 1 und 2, als in 2 darauf verzichtet worden ist, eine Zerlegung der oligocaenen Molasse in Molasse alsacienne und Delémontien durchzuführen. Es geschah dies mit Rücksicht auf die sofort zu besprechenden Beobachtungen in der Molasse am Südportal.

Grössere Abweichungen im Gebirgsbau zeigten sich zwischen Prognose und Befund in der Molassestrecke von Grenchen. Zunächst liessen die grauen Sandsteine der Molasse alsacienne eine doppelte Aufwölbung erkennen statt bloss einer. Der Hauptunterschied aber ergab sich etwa bei 1000 m ab Südportal: von einem Auftauchen des Malm — wie dies von allen Prognosen angenommen worden war — keine Spur, vielmehr sprach der Befund für ein tiefes Einstechen der Molasse unter die Malm-Südflanke der Grenchenbergkette hinein. Damals (Nov. 1912) entwarf ich Profil 4, das später insofern sich bewährt hat, als am vorgesehenen Orte bei 1300 m tatsächlich der überkippte Portlandkalk angeschlagen wurde (vergl. Prof. 6). Die Molassestrecke direkt im Süden des Portlands dagegen zeigte einen viel unregelmässigern Bau als vermutet worden war; die Mergel und Sandsteinschichten erwiesen sich als ungemein wirr gelagert und von Gleitflächen durchsetzt.

Dass dieser Befund eventuell auch für den Bau des Grenchenbergkerns Bedeutung haben könnte, deutete ich an durch Profil 7.

Hier ist nun der Ort, einen in meiner Arbeit von 1913 enthaltenen Fehler zu korrigieren: es betrifft dies das vermeintliche Vorkommen mariner Molasse des Vindobonien im Tunnel bei 1198 m ab Südportal (a. a. O. S. 255—56). Indem ich diese grauen, von turmförmigen Schneckensteinkernen und fragmentären Muscheln erfüllten Sandsteine ohne nähere Prüfung für marine Molasse hielt, liess ich mich ganz vom ersten Eindruck leiten: Die Schneckenkerne sahen den anderorts in der Meeresmolasse so massenhaft auftretenden *Turritellen* durchaus ähnlich, die Muschelfragmente glaubte ich darum am ehesten als *Tapes* deuten zu dürfen. In dieser Beurteilung wurde ich bestärkt durch Herrn Dr. *E. Baumberger,* der die Stücke ganz entsprechend beurteilte und den Horizont ohne weiteres ins Vindobonien stellte, gestützt auf ähnliche Funde von *Turritellen* etc. in der Molasse des nahen Seelandes.

Allein diese Deutung musste nur wenig später aufgegeben werden. Da ich in den Sandsteinen einige Knochenrestchen beobachtet hatte, übergab ich nämlich einige Gesteinsstücke Herrn Dr. *H. G. Stehlin* in Basel, der bei der sorgfältigen Zerkleinerung des Materials sehr bald unsern Irrtum feststellte. Nicht nur fanden sich Zahnreste verschiedener Landsäugetiere, sondern auch leidlich erhaltene Exemplare einer *Neritina,* wodurch der Süsswassercharakter des Sedimentes wahrscheinlich gemacht wurde. Die Schnecken-Steinkerne aber konnten dann nach sorgfältigster Prüfung als zu *Melania* gehörig erkannt werden, während die Muscheln als *Unio* anzusprechen sind. Gestützt auf die Säugetierfaunula glaubt Herr Dr. *Stehlin* diese Schicht allenfalls dem Mitteloligocaen, spez. dem Untern Stampien zuweisen zu dürfen; eine nähere Aufzählung der von ihm gefundenen Arten ist inzwischen veröffentlicht worden in seiner „Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung“ (diese Verhandlungen, Bd. XXV, S. 180, besonders S. 183—185).

Auch Herr Dr. *Baumberger* hat vor kurzem in einem Aufsatz „Beiträge zur Geologie der Umgebung von Grenchen und Biel“ diesen Fossilhorizont wieder berücksichtigt. Nach seinen Bestimmungen gehören die oben erwähnten Molluskenreste zu *Neritina aperta*, Sow., *Melania grossecostata,* Kl. und *Unio Vogti,* Locard. (siehe diese Verh. Bd. XXVI, 1915, S. 116).

Beiläufig mag hier erwähnt werden, dass sich auch schon bei 500 m ab S. P. in den mürben grauen Sandsteinen der sog. Molasse alsacienne Säugetierreste, allerdings nur als spärliche Knochenfragmente von Rhinoceros sp. gefunden haben; Herr Dr. *Stehlin* reiht diese südlichern Schichten unter einigem Vorbehalt ins Obere Stampien ein (a. a. O. S. 183 und 185).

Die oben gegebene Richtigstellung des Alters der Molasse bei 1198 m ab S. P. macht es nun natürlich unmöglich, die früher von mir (1913, S. 256 und Profil 6 der TafelII) gegebene Darstellung, es seien diese Schichten als jüngster, ganz verklemmter Muldenkern aufzufassen, noch weiter zu vertreten. Die Säugetierreste scheinen vielmehr darauf hinzuweisen, dass wir es mit einem sehr tiefen Niveau der (mitteloligocaenen) untern Süsswassermolasse zu tun haben, einer Schicht, die wohl am ehesten schon dem allerdings ganz verquetschten Nordschenkel der Molasse„mulde“ der Tunnelsüdstrecke angehören dürfte.

Lässt man sich beim Versuch einer tektonischen Interpretation nur durch die lithologische Beschaffenheit der Molasse leiten, so gelangt man freilich zu einer etwas andern Auffassung und kann sogar einige Bedenken gegen die eben skizzierte, auf die Säugetierfunde fussende Auslegung nicht wohl unterdrücken. Zunächst ist auffallend, dass die zwischen dem Portal und 800 m ab S. P. zweimal gewölbeförmig auftretenden, mächtigen grauen Molassesandsteine, die man als Molasse alsacienne gewöhnlich in die Basis der Untern Süsswassermolasse zu stellen pflegt, im Nordschenkel der Mulde nicht wieder nachweisbar waren. Von 1100 m ab bis zum Malm herrschen vielmehr mergelige Gesteine vor, die ich nach ihrer lithologischen Beschaffenheit und auch den Lagerungsverhältnissen nach eher ins Hangende der eben erwähnten Molasse alsacienne glaubte stellen zu müssen und als Delémontien deutete. Als weitere Folge ergab sich dann eine vollständige Ausquetschung der Molasse alsacienne im verkehrten Muldennordschenkel, wie dies durch die „Luftlinien“ auf Profil 6 angedeutet worden ist.

Lassen wir dagegen die Säugetierfunde als das Entscheidende gelten, so bleibt nur übrig, von einer Ausquetschung des Nordschenkels abzusehen, dafür aber einen raschen Facieswechsel innerhalb der Untern Süsswassermolasse zwischen dem Südportal und der überkippten, stark verquetschten Molassestrecke 1100—1300 m anzunehmen. Auf eine weitere stratigraphische Gliederung der Schichtserie muss dann freilich verzichtet werden, dem entspricht die gleichförmige Farbgebung auf den Profilen 8—10.

Es liegt mir fern, in einer Ablagerung wie der Untern Süsswassermolasse des Juragebietes, in der wir sicher auch mit Sedimentationslücken rechnen müssen, derartige rasche Facieswechsel als etwas Unmögliches zu bezeichnen. Ich erinnere vielmehr daran, dass sowohl im Tunnel bei Moutier als auch im Chaluet im Hangenden des Bohnerzes von Dr. *Troesch* und *mir* ganz verschiedene Profile der Untern Süsswassermolasse beobachtet wurden, so verschieden, dass wir auf eine speziellere Einteilung oder gar eine Parallelisierung einzelner Schichtgruppen ganz verzichten mussten. In der 2. Serie der Profile der Tafel II ist deshalb nur allgemein von „oligocaener Molasse“ die Rede und eine Gliederung in „Molasse alsacienne“ und „Delémontien“ oder gar Stampien und Aquitanien gänzlich unterblieben. Jedenfalls kommt nach unsern Erfahrungen weder den bunten Mergeln, noch den Sandsteinen, noch den Süsswasserkalken eine ganz bestimmte stratigraphische Stellung zu; allerhöchstens lässt sich etwa sagen, dass im untern Teil die Sandsteine über die bunten Mergel vorherrschen, während im obern Teil das Verhältnis sich umkehrt. Süsswasserkalke aber finden sich — freilich vielleicht mehr ausnahmsweise — schon unten in der Domäne der Sandsteine, um dann allerdings in der obern mergeligen Partie häufiger zu werden. Aber immer wird man sich davor hüten müssen, der lithologischen Facies zu grosse oder gar allgemeine stratigraphische Bedeutung beizumessen.

Zuverlässiger erscheint der von *H. G. Stehlin* beschrittene Weg, in erster Linie die Säugetiere zur Altersgliederung der Untern Süsswassermolasse heranzuziehen. Da aber Säugerreste doch im allgemeinen als seltene Vorkommen bezeichnet werden müssen, so wird sich der aufnehmende Geologe in vielen Fällen mit der Feststellung der Gesteinsbeschaffenheit und des allgemeinen Schichtverbandes begnügen müssen, ohne sofort eine bestimmte Alterseinreihung vorzunehmen.

Noch ist mit einigen Worten auf die allgemeinen Beziehungen der Grenchener-Molasse zur Grenchenbergkette einzutreten. Trotz der Nichtbestätigung des Auftretens vindobonischer Schichten bleibt natürlich die Tatsache bestehen, dass die Ratfluhfalte ganz beträchtlich südwärts gegen das Molasseland zu hinausgepresst worden ist; das ergibt sich nicht nur aus dem allgemeinen Nordfallen der Molasse zwischen 1200 und 1300 m, sondern auch aus der Lagerung der anschliessenden Portland- und

Kimmeridgekalke, welche überdies von zahlreichen kleinen nach Süden gerichteten Überschiebungen durchsetzt erscheinen. Am tiefen Einstechen der Molasse unter die Südflanke des Grenchenbergs kann nach wie vor kein Zweifel bestehen, auch wenn von einer grössern einheitlichen N-S-Überschiebung am Kontakt Molasse-Malm vielleicht nicht mehr gesprochen werden darf.

Damit sind die Molassestrecken an den beiden Portalen erledigt und wir wenden uns zur Besprechung des

2. Graitery.

Wie ich 1913 (S. 250) kurz erwähnen konnte, entsprach der Befund bis etwa 1700 m ab N. P. recht genau den Erwartungen. Dann aber setzte — vergl. Profil 8 — ein Abbiegen des Rogensteins zu ganz flacher Lagerung ein, sodass im Kern der Kette entweder eine Überschiebung des Doggers, ähnlich derjenigen im Querprofil der Graiterykette bei Mümliswil zu erwarten war oder aber eine Art doppelter Aufwölbung. Ich verweise auf die 1913 gegebene Textfigur (S. 251).

Der Tunnelvortrieb hat die zweite Annahme bestätigt: Bei ca. 2150 m biegt der horizontale Rogenstein jäh um in senkrechte Stellung, dann folgt ein Kern von Blagdeni-Murchisonaeschichten, dessen Innerstes auf etwa 20 m Länge eben noch von zerknitterten Opalinustonen eingenommen wird. Bei 2457 m ab N. P. erscheint der Hauptrogenstein des Südschenkels, freilich nur auf ca. 10 m Länge, dann schneidet ihn eine steilstehende Überschiebung ab. Erst südlich desselben folgt dann die kontinuierliche Südschenkelserie. In diesem Abschnitt nun ergab sich eine interessante Abweichung von der Prognose. Anlässlich der Feldaufnahmen war es sowohl den Herren *Baumberger* und *Troesch* als auch *mir* aufgefallen, dass die Kimmeridgekalke im untern Teil des Graiterysüdabhangs mehr oder weniger flach nordwärts gegen den Berg zu neigen. Da aber diese Eigentümlichkeit Hand in Hand geht mit einer ausgesprochenen Lockerung des Gesteins, so mass ihr niemand grössere Bedeutung bei, wir glaubten sie auf Sackung und Hackenwerfen zurückführen zu sollen (1913, S. 250 und 52), und dieser Auffassung entsprechen auch die Profile der 1. Serie.

Der Tunnel belehrte uns eines andern. Schon die Effingerschichten erwiesen sich als beinahe senkrecht stehend, im Sequan vollzog sich dann allmählich der Übergang zu steilem Nordfallen, und erst in den Portlandkalken und dem südlich anschliessenden Nordschenkel der Chaluetmulde stellten sich im Tunnel die Schichten wieder vorwiegend in die Vertikale ein.

L. Rollier nahm s. Z. für den Graiterysüdschenkel ein normales Südfallen von ca. 50° an, *ich* setzte eine etwas steilere Neigung von ca. 75° voraus; statt dessen bescherte uns der Tunnel eine seigere oder sogar überkippte Serie. Wollen wir sie mit den Befunden an der Oberfläche in Beziehung bringen, so sind wir gezwungen, die Schichten eine nach Süden gegen das Chaluet gerichtete Knickung beschreiben zu lassen. Diese Knickung ist fraglos im Gebirgsbau begründet, das zeigt die überkippte Schichtstellung tief unten im Tunnel zur Genüge. Dass damit aber an der Umbiegungsstelle die Bedingungen zu einer weitgehenden Lockerung des Schichtverbandes gegeben waren, bedarf gleichfalls keiner weitern Erörterungen. Die Lockerung aber machte es unmöglich, den wahren Sachverhalt zu erfassen; statt eines in den Berg einstechenden Südschenkels erwarteten alle Prognosen einen normalen nach Süden neigenden.

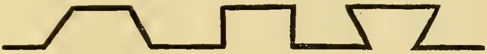
Als Ganzes zeigt das Graiteryprofil, das sich aus den Oberflächenaufnahmen und dem Tunnelbefund konstruieren lässt — vergl. die 2. Serie der Tafel II — ein ungleich lebhafteres Faltungsbild, als die Prognosen gewagt hatten anzunehmen. Sehr schön tritt auch hier wie in so vielen andern Jurafalten eine unharmonische Faltung von Dogger und Malm in Erscheinung. Auch die im Dogger vorhandene Überschiebung scheint im Oxford zu erlöschen; wenigstens gelang es mir nicht, an den in Betracht kommenden Stellen auf der Ostseite der benachbarten Birsklus von Court irgend eine Störung der Birmensdorferschichten nachzuweisen; ihr nach Norden überliegender Gewölbebogen scheint dort kontinuierlich zu sein, und diesen Befund übertrug ich darum auf das Graiteryprofil im Tunneltracé. Ganz unerwartet ist wie gesagt die Steilstellung und Überkippung im Südschenkel. Es resultiert daraus eine ungemein stark zusammengepresste Wurzel der Graiterykette nach der Tiefe zu. Wir werden noch in einem spätern Abschnitt darauf zurückzukommen haben.

Das Verhalten des Graiterysüdschenkels beeinflusst naturgemäss auch den Bau der

3. Mulde des Chaluet.

Statt sich entsprechend den Prognosen nach unten zuzuspitzen, verbreitert sie sich. Ihr Boden wird flach, die Schenkel vertikal. Es war ungemein interessant, wie im Tunnel bei ca. 3600 m ab N. P. die steilstehende miocaene Molasse des Nordschenkels sehr rasch in ganz flache, fast horizontale Lagerung abbog. Gegen den Südschenkel zu vollzog sich das Aufbiegen etwas allmählicher. Profil 9 illustriert die beobachteten Verhältnisse, während Profil 8 s. Z. als Prognose für die Südhälfte der Mulde gegeben worden war.

Es sei mir gestattet, hier ein einfaches Schema einzuschalten, das ich schon 1908 (Ztschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1908, Bd. 60, S. 142) als bezeichnend für die Linienführung vieler Juraketten gegeben habe, an Stelle der früher meist üblichen Wellenlinie. Dieses einfache Schema hat seither in vielen Fällen Bestätigung gefunden, sowohl für die Ketten, als für die Mulden. Auch die Chaluetmulde fügt sich ihm ein, mehrfach hat uns der Grenchenberg auch die scharfen Umbiegungen und Knickungen erschlossen, die das Schema für Gewölbe und Mulden verlangt. Auf diese Eigentümlichkeit möchte ich später noch näher eintreten.



Dass als südliche Begrenzung der Chaluetmulde mit grösster Bestimmtheit die Überschiebung der Roches du Chaluet erwartet werden durfte, ist schon oben (S. 204) näher ausgeführt worden. Dies ist denn auch zugetroffen: nur wenig nördlich vom Gefällsbruch quert bei 3878 m ab. N. P. die Chaluetüberschiebung mit ca. 55° Südfallen den Tunnel. Im Liegenden der Kimmeridgekalke stellten sich in geringer Mächtigkeit verschürfte Molassegesteine mit spärlich beigemengtem Bohnerzton (Bolus) ein. Am 25. Mai 1914 war der Nordstollen schon etwa 100 m weit in die flach südfallenden Kimmeridgekalke der Roches du Chaluet eingedrungen (siehe Profil 9).

Es bleibt uns nun noch übrig die Besprechung des interessantesten Abschnittes des Tunneldurchstiches, nämlich der

4. Grenchenberg.

Im Zusammenhang mit den Verhältnissen der Molassestrecke von Grenchen ist oben (S. 206–9) der Tunneldurchstich bis in das überkippte Kimmeridge der Grenchenbergsüdflanke verfolgt worden (vergl. Profile 6 und 7). Nun also ging's in den Kern der Grenchenbergkette hinein, für den recht verschiedene Faltungsmöglichkeiten vorgesehen waren (man vergl. die 1. Serie der Grenchenbergprofile).

Verfolgen wir nun an Hand von Profil 8 den weitern Vortrieb: In sehr guter Übereinstimmung mit den Prognosen (Profil 1 und 6) wurde ein normales, steil N-fallendes oder seiger stehendes

Profil vom Kimmeridge bis hinab in die Opalinustone durchfahren.[6]) In den Opalinustonen vollzog sich, ganz genau wie die Prognosen dies angenommen hatten, der Umschwung zu steilem Nordfallen und die Liasgrenze wurde fast auf den Meter genau da angetroffen, wo sie prognostisch gezeichnet worden war (vergl. Profil 8 mit 1). Von jetzt an aber versagten die Prophezeiungen.

Statt ziemlich steil anzusteigen, legten sich die Liasschichten nach Norden zu flacher; anschliessend folgte ein kleiner, in sich stark gestauchter und verfältelter Kern von Oberm Keuper (Rhät und Bunte Mergel). Hierauf ein steilstehender Liasnordschenkel, dann ein schmaler Muldenkern von Opalinustonen, wieder Lias steil nordwärts ansteigend, endlich normal darunter ein Keuperprofil vom Rhät bis in den Gipskeuper hinab. Bei 2680 m endet der Keuper unvermittelt; es folgen auf etwa 2 m Länge steilstehende verquetschte Opalinustone, hierauf — wieder nach haarscharfer Grenze — setzt mit etwa 50° Südfallen ein normales Profil von den Blagdenischichten bis hinab zu den Opalinustonen ein. Am 6. März 1914 war eben die Grenze zwischen den Murchisonaeschichten und dem Opalinuston durchfahren worden (vergl. Profil 8).

Auf Wunsch der Bauunternehmung versuchte ich eine Interpretation des Befundes und auch eine Prognose für den weitern Durchstich zu geben. Wie Profil 8 erkennen lässt, deutete ich die beiden durchfahrenen Keuperstrecken als Kerne zweier kleiner Gewölbe. Die anormalen Kontakte bei 2680 m führte ich auf Ausquetschung eines Keuper-Lias-Nordschenkels zurück, nahm dann aber überdies einen die Doggerserie durchsetzenden, sich oberflächlich freilich kaum verratenden Bruch an, um so das ganz überraschende Auftreten von Blagdenischichten im Tunnel zu erklären.

Wer Profil 8 vergleicht mit der Serie 1, wird leicht erkennen, welche Gedanken mich bei dieser Interpretation leiteten:

Die beiden Keupergewölbchen konnten auf diese Weise als zerknitterter Kern der Ratfluhfalte ausgelegt werden; die vom Tunnel eben noch erschlossene Doggerserie gehörte dann zum Südschenkel des Grenchenberg-Hauptgewölbes, dessen Durchquerung nun vorzusehen war.

---

[6]) Eine bis jetzt noch nicht aufgeklärte Unregelmässigkeit wies nur der Hauptrogenstein auf. In seiner südlichen Hälfte stellten sich mindestens drei mergelige Einschaltungen ein, während wir sonst im Gebiete nur die eine der Homomyenmergel kennen. Da auch die Mächtigkeit abnorm gross erscheint, so hat wahrscheinlich eine Ineinanderstauchung und Wiederholung von Schichten stattgefunden. Der begrenzte Aufschluss im Tunnel erlaubte es aber nicht, über Sinn und Richtung dieser Störungen ein Urteil zu erlangen; man muss sich vorläufig mit dem gegebenen schematischen Profil begnügen. Vielleicht führt später ein Vergleich der Tunnelgesteinsproben mit den oberflächlichen Rogensteinprofilen einer Lösung näher.

Allein auch dieser Prognose war wenig Glück beschieden. Ein Tunnelbesuch Ende Mai 1914 liess mich folgendes feststellen (vergl. Profil 9): Der untere Dogger nördlich des zweiten Keupergewölbchens streicht nicht hinauf zum Rücken des Berges, sondern bildet ein prachtvolles, etwas nach Norden überlegtes Gewölbe, der Kern desselben wird auf längere Strecke von Opalinustonen eingenommen. Von 3064 m an bis ca. 3273 m folgt eine steil südwärts fallende Serie Hauptrogenstein-Birmensdorferschichten; in den nördlich anschliessenden Effingerschichten vollzieht sich dann der Umschwung zu steilem Nordfallen, das normal folgende Sequan fällt gleichfalls erst steil, später aber nur noch mit ca. 30° nordwärts ein.

Damit musste natürlich die auf Profil 8 versuchte tektonische Deutung gänzlich aufgegeben werden: statt eines mächtigen Keuperkerns war vielmehr im innersten Kern der Kette ein kleines Gewölbe erschlossen worden, aufgebaut von denselben Schichten, die oben am Grenchenberg und an der nahen Wandfluh 700 m überm Tunneltracé das Hauptgewölbe bilden.

Trotz der vielen Misserfolge versuchte ich auch diesmal wieder, aus den Tunnelbefunden ein allgemeineres tektonisches Bild abzuleiten. So entstand Profil 9, dem ich freilich nur noch die Aufschrift: „Versuch einer tektonischen Deutung des Grenchenbergs“ zu geben wagte!

Aus Profil 9 ist sofort ersichtlich, dass nunmehr ohne eine grosse, nach Norden gerichtete Überschiebung des Hauptgewölbes über das „Kerngewölbchen“ nicht mehr auszukommen ist. Die schmale zweite Keuperzone wird zum dünn ausgezogenen Stiel eines grössern Keuperkerns des Hauptgewölbes. Die Überschiebung selber aber dachte ich mir nicht geradlinig verlaufend: Vom Tunnel bei 2680 m aus aufsteigend, würde sie in fast horizontalen Verlauf nordwärts streichen und schliesslich an der Grenze zwischen der Malmnordflanke des Grenchenbergs und der Molasse des Chaluet ausklingen. Das flache Nordfallen der Sequanschichten am Vorort führte mich ferner zur naheliegenden Annahme, es seien diese Schichten ganz einfach in flach wannenförmiger Muldenbiegung direkt an die Roches du Chaluet anzuschliessen. Daraus ergab sich dann freilich auch ein sehr tiefes, flach nach Süden gerichtetes Einstechen der südlichen Molassezone des Chaluet.

Allein nochmals sollte uns eine Überraschung zuteil werden! Am 22. Juli 1914 konnten Herr Dr. *A. Troesch* und *ich* nachweisen, dass die nordfallenden Sequanschichten bei 3597 m ab S. P. plötzlich aussetzten; auf einer ca. 50 m langen Strecke folgten dann vollständig zertrümmerte und verknetete Gesteine der Effinger- und Birmensdorferschichten, des obern Doggers und des Hauptrogensteins, durchsetzt von zahlreichen flach nordfallenden Rutschflächen, und dann kam — wie wenn nichts geschehen wäre — wieder ein ganz normales Profil: Hauptrogenstein, Variansschichten, Callovien, Oxford, Birmensdorfer-Effingerschichten, alles das fast auf den Meter genau an der Stelle, wo meine erste Prognose (Profil 1) vom Mai 1912 es vermutet hatte! Jetzt war kein Zweifel mehr möglich: man bewegte sich mit dem Vortrieb im ganz normalen Nordschenkel der Kette; vom Tunnel aus streichen diese Schichten direkt hinauf zu den Höhen des untern und obern Grenchenbergs!

Nun endlich, nachdem er etwa zu $^4/_5$ durchbohrt war, musste der Berg kapitulieren und das Geheimnis seines Gebirgsbaues preisgeben. Der von mir im Profil 9 geäusserte Gedanke einer nordwärts gerichteten Überschiebung des ganzen Grenchenbergs war im Grunde richtig, allein die Verbiegung der Überschiebung erwies sich als viel bedeutender: statt horizontal nordwärts zu verlaufen, biegt sie in flacher Kurve wieder hinab zum Tunnel, den sie zwischen ca. 3600 m und 3650 m unter spitzem Winkel quert.

Bevor wir nun aber über den weitern Verlauf der Überschiebung entscheidende Aussagen wagen dürfen, sind wir gezwungen, rasch den Befund im Nordstollen zwischen 4000 und 4350 m ab N. P. darzulegen. Dieser ist einfacher Natur: auf der ganzen Strecke wurden nur Kimmeridgekalke erschlossen, sie wiesen bei ca. 4200 m ab N. P. zwei hübsche kleine Stauchungsfalten auf, um dann bei 4253 m in knickförmig scharfer Biegung aus der horizontalen in die vertikale Stellung überzugehen. In diesem seigern Kimmeridge wurde am 30. Juli 1914 der Vortrieb eingestellt; die zutretenden Quellen machten ein weiteres Vordringen im Gegengefälle unmöglich. Der Befund ergab also ein direktes muldenförmiges Zusammenhängen der Roches du Chaluet mit dem Nordschenkel des Grenchenbergs; im Prinzip also wie *L. Rollier* angenommen hatte, im Detail am ehesten noch mit der Prognose Profil 8 übereinstimmend.

Suchen wir nun den mutmasslichen weitern Verlauf der Überschiebung vom Tunnel aus gegen Norden zu verfolgen, so bleibt uns nach dem soeben Gesagten nur noch *eine* Möglichkeit übrig: nämlich die Überschiebung direkt anzuschliessen an die Chaluetüberschiebung. Irgend ein Hinüberziehen der

Überschiebung, sei's in die nördliche Chaluetmulde, sei's in den Graitery, ist ausgeschlossen, beide zeigen keinerlei Anzeichen einer derartig bedeutenden Störung; dagegen stimmt das Ausmass der Chaluetüberschiebung aufs beste mit dem der Grenchenbergüberschiebung überein.

Es resultiert also eine „Verbogene Überschiebung“, die, soweit sie dem Kern angehört, selber Gewölbeform beschreibt, dann aber muldenförmig aufsteigt, sobald sie in den Bereich der nördlich folgenden Chaluetmuldenzone gelangt. Dies müssen wir festhalten, wenn wir später der Entstehungsgeschichte des Gebirgsbaues nachgehen wollen.

Die 2 m Opalinustone bei 2680 m ab S. P. und die zertrümmerten und verkneteten Dogger-Malmgesteine zwischen ca. 3600 und 3650 m aber sind aufzufassen als durch die Überschiebung verschleppte Schichtpakete, ganz analog den verschürften Molasse- und Bolusfetzen, die wir früher vom Chaluet beschrieben haben. Wahrscheinlich wird die Überschiebung auf ihrem ganzen Verlaufe von solchen Schürfmassen begleitet; da wir aber über ihre Mächtigkeit etc. nichts Näheres wissen, wurden sie nur an den beobachteten Schnittpunkten, so gut als dies der Masstab erlaubte, berücksichtigt. Selbstverständlich dürfen diese Schürfmassen ja nicht etwa als Reste eines ausgewalzten Mittelschenkels gedeutet werden; es war geradezu auffallend, wie *scharf* die Blagdenischichten bei 2680 m, der Rogenstein bei 3650 m und das Kimmeridge im Chaluet gegen die Überschiebung anstreichen, nirgends fand sich eine Zurückstülpung der Schichtköpfe nach Art einer überschobenen Gewölbestirne.

Der Vollständigkeit halber führe ich an, dass ich diese tektonische Interpretation erstmals zur Darstellung brachte in einem der Bauunternehmung am 23. Juli eingesandten Profil (Vorort am 22. Juli 1914 3855 m ab S. P.). Das letzte Bauquartal bis zum Durchschlag am 27. Oktober (bei 4215 m) brachte dann prinzipiell nichts Neues mehr, sondern nur noch die genauern Aufschlüsse über die Grenzen zwischen Argovien und Sequan, bezw. Sequan und Kimmeridge, sodass ich dann später (im Januar 1915) das definitive *Profil 10* entwerfen konnte.

c) Beurteilung der prognostischen Profile.

Versuchen wir nun auch für den Grenchenbergtunnel aus dem Befunde heraus eine allgemeine Beurteilung der Prognosen abzuleiten, so liegen ungleich kompliziertere Verhältnisse als am Hauenstein vor. Gerade deshalb hielt ich mich für verpflichtet, eine lückenlose Schilderung meiner Tätigkeit (als Tunnelgeologe der Bauunternehmung) zu geben.

Beginnen wir unsere Betrachtung vom Nordportal aus, so zeigt sich bis auf etwa 1800 m eine sehr weitgehende Bestätigung der Prognose. Wer die auf Profil 1 gegebenen Schichtgrenzen vergleicht mit dem Befunde Profil 8, findet eine fast absolute Übereinstimmung. Dieses Zutreffen darf nicht verwundern, standen doch der Prognose die prachtvollen Aufschlüsse am Nordausgang der Klus von Court zur Verfügung; hier konnten genaue Mächtigkeitsbestimmungen vorgenommen werden, ausserdem bildet der Graitery-Nordabhang eine ungestörte Schichtplatte.

Für den Kern des Graitery fehlten entsprechende Anhaltspunkte ganz. Darum nahm man den einfachsten Fall, d. h. regelmässigen Gewölbebau an. Statt dessen aber stellten sich Komplikationen ein, die sich äusserlich nirgends verraten. Dass nun die geologische Prognose versagen musste, wird man ihr nicht zum Vorwurf machen dürfen.

Ähnliches gilt für den Südschenkel des Graitery. Das verkehrte Einfallen der Kimmeridgefelsen am Nordabhang des Chaluet war richtig registriert worden, allein daraus ein Nordfallen des gesamten Südschenkels abzuleiten, durfte schlechterdings *nicht* gewagt werden. Auch in der nur $2^1/_2$ km westlicher liegenden Klus von Court zeigt sich ja ein prachtvoller, normal südfallender Malmmantel! Wenn sich trotzdem das Unwahrscheinlichste bewahrheitet hat, so bestätigt dies die Erfahrung, dass an Stellen mit stark gelockertem Schichtverband die Lockerung meist nicht lediglich und leichthin als Sackungserscheinung ausgelegt werden darf, sondern in den meisten dieser Fälle die primäre Ursache im Gebirgsbau gesucht werden muss.

Auch die anormale, fast verkehrt fächerförmige Form der nördlichen Chaluetmulde bildete eine Überraschung. Trotz zahlreicher Begehungen des Chaluet kenne ich keinen einzigen Aufschluss, der ein widersinniges Einfallen der oligocaenen Molasse des Nordschenkels zeigen würde. Ich konnte aber oben zeigen, wie diese Muldenform für den Jura prinzipiell nichts Neues ist, sondern sich sehr schön einem Schema einordnet, das ich vor einer Reihe von Jahren gegeben habe (vergl. S. 211).

Erst mit dem Anfahren der Roches du Chaluet tritt insofern wieder eine Bestätigung der geologischen Prognose ein, als sich hier eine deutliche Überschiebung einstellt. Die Auffassung *Rolliers* (vergl. Textfigur S. 203 und Profil 2) kommt hier der Wirklichkeit recht nahe; aber es liegt nördlich der Überschiebung nicht bloss eine halbe Mulde vor (Profil 2), sondern es wird durch die

Überschiebung nur der Südflügel der an sich auffallend regelmässigen Mulde abgequetscht (Profil 9). Selbstverständlich betrachtete *Rollier* die Überschiebung nur als eine ganz lokale Erscheinung; wer hätte auch ihren weitern Verlauf ahnen können!

Mit dem Eintritt in den normalen Nordschenkel des Grenchenbergs folgt zwischen 4200 und 4800 m ab N. P. wieder ein Abschnitt mit vollständiger Bestätigung der Prognose (man vergleiche Profil 1 mit 10).

Nunmehr aber taucht auf fast genau 1 km Länge das eingeschachtelte Doggergewölbe und dessen Malmnordflanke in den Tunnel hinauf. Genau an die Stelle des erwarteten, anhydrit- und gipsreichen Triaskerns tritt der Kern des Doggergewölbchens!

Als Ganzes genommen schuf diese Abweichung tunneltechnisch eher günstigere Bedingungen: Anhydritgesteine, bei denen Blähung zu erwarten gewesen wäre, fielen so gut wie ganz weg, ebenso fehlten in dieser „begrabenen Serie" grössere Wassereinbrüche natürlich vollständig, denn nirgends besteht ja direkte Verbindung mit der Oberfläche. Einzig der Opalinustonkern erwies sich als stark druckhaft. Nachdem aber dieser einmal bezwungen war, wurde im 2. Quartal 1914 durch Erschliessung der Stollenstrecke 2922—3703 m ab S. P. ein Fortschritt erreicht, wie er auf der mit Schwierigkeiten so reich bedachten Südstrecke weder vorher noch nachher erzielt worden ist.

Die südlich anschliessenden beiden Keuperzonen mit der trennenden Lias-Opalinustonmulde waren selbstverständlich prognostisch nicht erwartet; erst im normalen Südschenkel besteht dann vom südlichsten Lias an bis hinauf in die Untern Effingerschichten recht gute Übereinstimmung zwischen Profil 1 und 10.

Über das tektonische Verhältnis der obersten Malmschichten zur Molasse von Grenchen könnte fast wörtlich das wiederholt werden, was oben über die Südflanke des Graitery gesagt worden ist. Profil 1 zeigt, dass bei Bühlen wohl ein flaches Nordfallen der Portland- und Kimmeridgekalke erkannt worden war, allein auch hier musste wie im Chaluet mit der Möglichkeit von Sackungen gerechnet werden. Der Tunnel belehrte uns dann über das gleichförmige und tiefe Einstechen des überkippten Malmmantels und der vorgelagerten Molasse.

Erst im südlichsten Tunnelabschnitt von etwa 500 m ab bis zum Südportal tritt dann wieder gute Bestätigung der Prognose ein.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die Übereinstimmung zwischen Prognose und Befund beim Grenchenberg lange nicht den Grad erreichte, wie beim

Hauensteinbasistunnel. Beim Grenchenberg galt es eben die Durchquerung geschlossener Ketten, über deren Kerne nur vage Mutmassungen möglich waren; am Hauenstein aber bietet sich der Kettenjuraabschnitt nur noch dar als eine weit abgetragene, tiefe Einblicke gewährende Gebirgsruine. Während man beim Hauenstein nur selten und auf kurze Strecken den Faden der Tektonik aus den Händen verlor, tappte man beim Grenchenberg kilometerweise im Ungewissen. Wagte man schliesslich doch, eine Deutung in Vorschlag zu bringen, so musste man darauf gefasst sein, beim nächsten Tunnelbesuch ihr vollständiges Fehlschlagen feststellen zu müssen. Tatsächlich sind denn auch derartig komplizierte tektonische Verhältnisse, wie sie der Grenchenberg ergeben hat, für den gesamten Jura etwas ganz Neues und fast Unerhörtes. Aufgabe der nächsten Abschnitte soll es darum sein, der Entstehungsgeschichte dieses Gebirgsbaus nachzugehen und weitere Schlüsse für das nordschweizerische Juragebirge im allgemeinen abzuleiten.

3. Ueber den rückschreitenden Gang der Faltung im Juragebirge.

Bevor wir uns an das Problem der Entstehungsgeschichte der Grenchenbergtektonik heranwagen dürfen, sind wir gezwungen, noch auf eine die Entstehung des gesamten Juragebirges berührende Frage kurz einzutreten.

Es ist schon oft darüber diskutiert worden, welche Ketten des Juragebirges wohl zuerst entstanden seien, die äussern, nördlichen bezw. nordwestlichen, oder aber die innern. Die Antworten sind verschieden gegeben worden. Ich stelle mich entschieden auf die Seite derjenigen, welche die äussersten Ketten als die erstangelegten betrachten und dann eine sukzessive Angliederung der nach Süden zu folgenden innern Falten annehmen. Damit möchte ich aber ja nicht etwa sagen, es müsse die Faltung einer Kette vollständig abgeschlossen gewesen sein, bevor im Süden eine neue Falte sich aufwölbte; ich denke mir vielmehr, dass in den nördlichen, ihrer Anlage nach ältern Ketten der faltende Zusammenschub zunächst sehr wohl noch weiterwirken konnte, während im Süden Welle auf Welle sich angliederte. Das Absterben der Bewegung aber erfolgte von aussen nach innen; die letzten Bewegungen äusserten sich in den dem Innenrande nächst liegenden Ketten, schliesslich sogar in den angrenzenden nördlichen Randpartien des Molasselandes. Man kann also meines Erachtens von einem *rückschreitenden Gang der Faltung* im Juragebirge sprechen.

Beweise für diese Auffassung könnten und sind auch schon aus den allgemeinen morphologischen Verhältnissen abgeleitet worden: Einebnung der Falten im NW bis zur Herausbildung von Fastebenen, junge, intakte Falten- und Kettenformen im SE. Auf eine Diskussion dieser morphologischen Verhältnisse aber kann hier natürlich nicht eingetreten werden.

Wichtiger ist es mir, an dieser Stelle einige tektonische Eigentümlichkeiten hervorzuheben, welche die oben skizzierte Anschauung stützen.

Da ist zunächst darauf hinzuweisen, dass in zahlreichen Fällen festgestellt werden kann, wie Bau und Form einer Kette aufs tiefste beeinflusst werden durch das Verhalten der nächsten, nördlich vorgelagerten Kette. Dafür einige Beispiele (man vergl. das durch *L. Rollier* geologisch dargestellte Dufourblatt VII).

Im SE des Delsbergerbeckens erhebt sich die kleine, elliptisch umschriebene Kette des Tiergartens, die viel niedriger ist als die westlich anschliessende Velleratkette. Südlich von beiden Ketten verläuft die Raimeuxkette und wir erkennen sehr schön, dass im Süden der niedern Tiergartenkette die breite Malmplatte des Raimeux weit nordwärts ausbiegt, und ich habe allen Grund anzunehmen, dass mit diesem Vorbranden auch eine ganz beträchtliche Überschiebung statthat. Wer nämlich *Rolliers* „Carte tect. des environs de Moutier“ zur Hand nimmt, kann am Nordabhang des Raimeux leicht erkennen, wie das Rauracien von W nach E immer auf gleicher Höhe abgeschnitten wird: es folgen sich zwischen Verrerie und Chez Hantz Adam in auffallend geradliniger Anordnung die topographischen Punkte 926, 942, 936, 924, 943, 947, 913. Derartige Verhältnisse aber verraten in allen Fällen tektonische Schnittlinien. Wie sich im einzelnen die Verhältnisse gestalten, wird ein Schüler von mir, Herr cand. geol. *R. Elber*, untersuchen. Die ganze Erscheinung aber verrät eine deutliche Anpassung der Raimeuxkette an ihr nördliches Vorland.

Eine ungemein interessante Erscheinung ist die Überschiebung des Nordostendes der St. Braiskette bei Montmelon, die auf Blatt VII leider nur ungenügend dargestellt ist. Herr cand. geol. *K. Dreher* ist z. Zt. mit der Detailkartierung beschäftigt und hat schon viel Neues gefunden. Als feststehend weiss ich von früher her, dass die Überschiebung genau da einsetzt, wo durch das rasche östliche Untertauchen der Clos du Doubskette ein freier Raum im Norden entsteht. Auch hier also schärfste Anpassung an die im Norden vorliegenden lokalen Verhältnisse.

Im Tal von Balsthal erhebt sich zwischen Aedermannsdorf und

Welschenrohr der Brandberg, der eigentlich mehr nur eine nach Norden hinaufgeschobene Malmplatte darstellt. Wir werden uns später noch mit ihr zu befassen haben. Interessant ist aber, dass genau im Süden des Brandbergs die Weissensteinkette ihren Bau ändert, es stellt sich die nach Süden gerichtete Günsberg-Überschiebung ein. Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, es sei die Brandbergkette dafür verantwortlich zu machen, dass die Weissensteinkette auf einmal nach Süden vorstösst und im Aufriss von Günsberg die Trias erscheinen lässt.

Noch viel deutlicher zeigt sich das höhere Alter der nördlichen Falten im „Gefalteten“ Tafeljura, sei's im Süden der oberrheinischen Tiefebene oder am Südrande des Basler Tafeljura. Auch hier nur zwei Beispiele für viele:

Von Liesbergmühle kennt jedermann den wunderbaren halbkreisförmigen Ostabschluss der Movelierkette. Kaum ist sie untergetaucht, so schiebt die Rangierskette ihren nördlichen Malmmantel im Landsberg weit nordwärts vor. Ja noch mehr: das Untertauchen der Movelierkette macht sich durch die ganze Kette hindurch als Quersynklinale bis nach Recolaine hin fühlbar und ist wohl auch daran schuld, wenn hier in der Vorburgkette ein Austausch zweier Doggerkerne stattfindet.

Noch viel eklatanter liegen die Verhältnisse im Baselbiet. Hier ergibt sich z. B. die Erstentstehung der den Südrand des Tafeljura begleitenden Sprüsel-Hombergkette schon aus der einfachen Tatsache, dass der später einsetzende Heranschub der Juraketten die wohl damals schon in Abtragung begriffene Hombergfalte gänzlich vernichtet und aus ihr die Überschiebungsklippen des Gling, des Kastelenberges etc. geformt hat.

Eine ebenso deutliche Sprache reden übrigens

Die horizontalen Transversalverschiebungen im Juragebirge,

denen *Alb. Heim* kürzlich eine sehr hübsche zusammenfassende Abhandlung gewidmet hat, begleitet von einer übersichtlichen „Schematischen Darstellung des Faltenbüschels des Juragebirges“ (Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich, Jahrg. 60, 1915, S. 597—610; auszugsweise nochmals veröffentlicht in: Actes de la Soc. helv. sc. nat. 1915, Genève, S. 27—44 im Vortrag: „Vermehrtes Licht in der Juraforschung“). Soweit sich *Heims* Auseinandersetzungen auf Richtung, Verteilung und Alter der Streckungsbrüche, Nr. 2—8, beziehen — ich verweise auf *Heims* Schema —, kann ich ihnen nur beipflichten; das sind Dinge, die im Wesentlichen aus den bestehenden geologischen Kartierungen sofort abgelesen werden können. Auch die von *Heim* aus den Brüchen gefolgerte Verlängerung des Jura-Innenrandes um ca. 10 km darf als gesichertes Resultat betrachtet werden. Den weitern Schlüssen *Alb. Heims* aber kann ich nicht mehr folgen.

Wären die innern Juraketten, wie *Alb. Heim* meint, die ältesten, und hätten sie sukzessive das ganze nordwestlich vorgelagerte Faltenbüschel erzeugt und vor sich her nach NW geschoben, so dürften doch gerade die äussersten, viel enger geschwungenen Faltenbogen kaum frei von Streckungserscheinungen sein. In diesem Zusammenhang mag an den schweizerischen Alpenrand erinnert werden, wo sowohl im helvetischen als im exotischen Gebiet die äussersten Ketten die schönsten Streckungsbrüche, Zerreissungen u. s. w. aufweisen. Dass es sich bei den Alpen um Überschiebungsdecken handelt, statt bloss um Abscherungsfalten, macht den Vergleich nicht unzulässig. Darum aber leite ich aus dem Fehlen von Streckungserscheinung am Aussenrand des Jura gegen das Tiefland der Saône zu den Schluss ab, dass die Falten und eingeschalteten Tafelstücke der Franche Comté sich schon starr verhielten, als am Innenrand des Jura immer noch weitere Wellen sich zu Ketten auftürmten.

Die Querbrüche des mittlern Jura aber erscheinen mir als eine Auslösung von Spannungen, die sich aus dem Widerstand des schon erstarrten „Jura franc-comtois“ dem allmählich erlöschenden alpinen Schub gegenüber ergaben. Der Widerstand des „Jura franc-comtois“ aber ist es meines Erachtens auch, der die Richtung der Brüche und den Sinn der längs ihnen erfolgten Verschiebungen bestimmt hat: Je nördlicher der Bruch, umso spitzer ist im allgemeinen der Winkel zwischen Bruch und Kettenstreichen, so wird sichtlich ein Hineinstreichen ins starre Gebiet der Franche Comté vermieden; ferner ist es bezeichnenderweise der der Franche Comté abgewandte Ostflügel, der nordwärts verschoben wird.

Die innern Juraketten aber etwa deshalb als die ältern bezeichnen zu wollen, weil sie an Ausmass die äussern bedeutend übertreffen, geht schon gar nicht an. Das hat seinen Grund in der schon aus der Kreide- und Alttertiärzeit herstammenden verschiedenen Mächtigkeit der der Faltung zur Verfügung stehenden Schichtserie.

Damit habe ich einige der Gründe dargelegt, die mich zwingen, die jüngsten Äusserungen der Jurafaltung in den innersten südlichsten bezw. südöstlichsten Ketten zu suchen. Wir werden später bei der Besprechung der Juraprofile der Tafel IV diesen Gedankengang noch weiter zu verfolgen haben.

Im Anschluss an die schon gegebenen Darlegungen über die Querbrüche des mittlern Juragebirges möchte ich aber hier noch einige weitere Bedenken gegen *Alb. Heims* Ausführungen zur Sprache bringen, speziell was die „Querbrüche“ Nr. 9 und 10 betrifft.

Betrachten wir zunächst die unter Nr. 9 zusammengefassten „Brüche“ von Montmelon und Les Rangiers, so ist aus *Heims* Skizze auf den ersten Blick ersichtlich, dass diese Störung gar nicht zu den übrigen Nr. 2—8 passen will. Hier sollen nun plötzlich die äussersten Ketten — vor allem die Rangierskette — quer zerschnitten worden sein!

Über die Störung bei Montmelon habe ich schon oben ausgeführt, dass sie nicht als Querverschiebung, sondern als Überschiebung gedeutet werden muss.

Was die Verschiebung von Les Rangiers anbetrifft, so betrachte ich sie als eine alte oligocaene, in den ächten Kettenjura hineinreichende Verwerfung des Rheintalgrabensystems und weiss mich darin einig mit Herrn cand. geol. *Krahmann,* der gestützt auf Aufnahmen in der Pfirt schon 1914 mir gegenüber gesprächsweise diese Auffassung vertreten hat. Schon aus *Rolliers* Karte von Asuel ist übrigens ersichtlich, dass diese Störung ihrer Richtung nach zu einem ganzen System von Brüchen gehört, die das östliche Elsgau von Norden nach Süden durchziehen. Von ähnlich verlaufenden Störungen geringern Ausmasses hat *Hummel* kürzlich aus dem westlichen und nördlichen Elsgau berichtet, dort hat er auch ihr oligocaenes Alter wahrscheinlich machen können. Endlich sind in der nahen Pfirt von *van Werweke* schon vor langer Zeit N-S-Verwerfungen und Grabenbrüche beobachtet und von *F. Mühlberg* auf seiner „Geotektonischen Skizze der nordwestlichen Schweiz“ (Livret guide) berücksichtigt worden.

Wir dürfen somit sagen, dass im „Gefalteten Tafeljura“ südlich des Rheintalgrabens alte rheintalische Brüche schon jetzt in grosser Zahl bekannt sind, durch spätere Aufnahmen wird sich dieselbe sicher noch vergrössern. Vielleicht gelingt es später sogar, die den auftauchenden Jura des Elsgaus und der Pfirt durchsetzenden NS-Verwerfungen in direkten Zusammenhang zu bringen mit jenem Keilgrabensystem, das *W. Wagner* unlängst aus dem Kalisalzgebiet des Elsass beschrieben hat.

Beachten wir nun, dass im Rangiersgebiet irgend eine scharfe Grenze zwischen der Rangierskette und den ihr nördlich vorgelagerten Elsgauer- und Pfirterketten nicht besteht, sondern die Faltung ohne jegliche Überschiebungserscheinungen von Süden nach Norden ganz einfach an Intensität verliert, so dürfen wir uns auch nicht wundern, wenn die alten Brüche ruhig weiterstreichen ins Gebiet des Kettenjura hinein. Bei der später einsetzenden Jurafaltung sind längs den alten Bruchflächen Verstellungen der Faltenelemente erfolgt, welche junge Querbrüche vortäuschen. Ich bemerke noch, dass ich die Spuren rheintalischer Brüche bis fast nach St. Ursanne hinab verfolgt habe. Auch im westlichen Elsgau glaubt übrigens *K. L. Hummel* ein Hineinstreichen oligocaener Brüche in die Lomontkette feststellen zu können.

Zusammenfassend ergibt sich also eine Interferenz alter rheintalischer und junger jurassischer Tektonik, auf deren mutmassliches Vorhandensein ich schon 1901 (Gelterkinden, S. 99—100) ausdrücklich hingewiesen habe. Während wir aber im Baselbiet die alten Störungslinien mit Sicherheit nur bis in die dem südlichen Tafeljura angehörende Sprüsel-Hombergkette verfolgen können (*H. Cloos*, 1910), sehen wir weiter westlich, wo längs der Mont-terrible-Linie keine oder nur eine unbedeutende Überschiebung oder Überstürzung statthat, die Brüche einwandfrei in den Kettenjura selber hineintreten.

Was endlich die von *Alb. Heim* als Nr. 10 bezeichneten Störungen betrifft, so sind hier ganz heterogene Dinge zusammengefasst worden. Mit dem „Bruch E von Gänsbrunnen" ist wohl die Brandbergüberschiebung gemeint. Das von Brüchen begleitete Untertauchen der Trogbergkette ist wiederum ein ächt „schwarzwäldischer" oder richtiger gesagt „rheintalischer" Zug, fällt doch das flexurartige Auftauchen der Ketten am Ostende des Delsberger- und auch des Laufenerbeckens ziemlich genau in die nach SW leicht abbiegende Verlängerung der Rheinflexur Basel-Aesch. Nähere Angaben habe ich darüber schon bei früherer Gelegenheit gemacht (Ztschr. Deutsch. geol. Ges. Bd. 63, 1911, S. 357—58). Jedenfalls steht fest, dass diese verschiedenen Störungen (*Heims* Nr. 10) unter sich nichts miteinander zu tun haben und in keiner Weise mit den grossen Transversalverschiebungen des mittlern Jura verglichen werden dürfen.

4. Versuch einer Erklärung der Tektonik des Grenchenbergs.

(Vergl. Tafel III.)

Eine Erklärung des merkwürdigen Gebirgsbaues des Grenchenbergs muss sich meines Erachtens namentlich von drei Erwägungen leiten lassen.

Zunächst darf aus der Art und Weise, wie die „verbogene Überschiebung" sich in den vier verschiedenen Schnitten — drei im Tunnel, einer im Sondierstollen — äussert, sofort der Schluss abgeleitet werden, dass wir es mit einer Störung zu tun haben, die vor ihrer Verbiegung das ganze Schichtsystem unter spitzem Winkel durchsetzt hat, von S nach N zu allmählich ansteigend.

Das zweite Moment liefert uns der oben näher skizzierte „rückschreitende Gang der Faltung im Juragebirge".

Endlich ist an die wohl allgemein anerkannte Auffassung zu erinnern, dass Überschiebungen sich vor allem dann herausbilden, wenn einer tangential gerichteten Bewegung der Erdrinde Widerstände in den Weg treten.

Auf unsern Fall übertragen denke ich mir diese drei Momente in folgender Weise kombiniert (vergl. Tafel III).

Im jüngsten Abschnitt der Tertiärzeit — jedenfalls erst postpontisch — erzeugt ein vom westalpinen Gebirgssystem ausgehender tangentialer Schub das Faltenbündel der Juraketten in nach innen zu rückschreitender Folge; die Abscherung und das Gleiten der Sedimentserie vollzieht sich dabei, wir werden darauf noch zurückkommen, auf dem Salzhorizont. Nördlich des später zum Grenchenberg gewordenen Streifens Molasseland reiht sich schon Falte an Falte bis hinaus ins oberrheinische Tiefland, nur das Delsbergerbecken — ein im Kettenjura erhalten gebliebenes Stück Rheintalgraben — bildet auf kurze Strecke einen Unterbruch. Die Graiterykette ist in ihrer Anlage fertig (vergl. *Fig. 1 der Tafel III*).

Die Faltung der Ketten im Norden geht langsam weiter und schliesslich ihrer endgültigen Gestaltung entgegen. Als Ganzes aber übt jetzt dieses Faltenbündel einen südwärts gerichteten Gegendruck aus. Wie der alpine Schub nun weiter wirkt, reisst ein von Süden nach Norden ansteigender, streichender Bruch durch die ganze Serie hindurch, längs der Bruchfläche aber schiebt sich der südliche Flügel über den nördlichen vor. Es entsteht die Bruchüberschiebung: *Figur 2.*

Zu beachten ist, dass dieser Überschiebungsvorgang die weichen Molasseschichten des Nordflügels ganz leicht zurückstülpt; offen muss ich es dagegen lassen, ob auch die Graiterykette, d. h. ihr Malmscheitel, gleichzeitig in Mitleidenschaft gezogen und nordwärts vorgeschoben worden ist, wie dies Fig. 2 andeutet. Die Malmüberschiebung des Graitery kann sehr wohl direkt in der ersten Faltungsanlage des Berges bedingt sein, dann wäre einfach das in Fig. 1 gegebene Graiteryprofil durch das der Fig. 2 zu ersetzen. Ebenso muss ich unentschieden lassen, ob die im Doggerkern des Graitery beobachtete Überschiebung mit der Malmüberschiebung zusammenhängt. Es ist möglich, dass diese Überschiebung in den weichen Oxford- und Effingerschichten lediglich eine Verschleppung erzeugt, um dann im harten Malmmantel wieder als scharfer Schnitt aufzuleben; diese Auffassung ist auch auf Tafel II, 2. Serie, dargestellt worden.

Nach der Herausbildung der Bruchüberschiebung geht der Zusammenschub weiter. *Figur 3* demonstriert, wie der Graitery eine weitere leichte Zusammenpressung erfährt, wie die ältern Schichten der Serie nördlich der Überschiebung sich beginnen in Stauchungsfalten zu legen und wie darüber die Grenchenbergfalte höher und höher emporsteigt. Die Grenchenbergüberschiebung aber beginnt sich zu verbiegen, soweit sie in den Bereich der nördlich des Grenchenbergs sich herausbildenden Mulde reicht, verbiegt sie sich muldenförmig, im Gewölbekern des Grenchenbergs aber gewölbeartig!

Figur 4 lässt die weitere Steigerung der eben beschriebenen Faltungsvorgänge erkennen, ich trete darauf nicht näher ein. Ein neues Moment tritt aber jetzt in Erscheinung: in dem Masse, wie die Grenchenbergkette sich aufwölbt, wird von Süden her die noch flach liegende Schichtserie in der Tiefe gegen den Kern der Kette vorgeschoben, es setzt eine gewaltige Zusammenstauchung des Kerns ein. Hand in Hand damit werden die Südschenkel des Grenchenbergs und dann auch des Graitery vertikal aufgerichtet und schliesslich überkippt: Während in der Tiefe der nordwärts gerichtete Zusammenschub andauert, weichen die obern Partien der Ketten scheinbar nach Süden aus! Die während des ganzen Faltungsvorgangs tätige Erosion — sie ist in den Profilen durch die verschiedene Darstellung der Oberflächenkonturen schematisch angedeutet worden — hat dann später das heutige Bild *Figur 5* erzeugt, dessen tektonischer Bau aus der ans Ende des Pliocaens zu verlegenden Schlussphase der Jurafaltung stammt. Der

Stauungsphase der Jurafaltung,

wie ich diesen letzten Abschnitt benennen möchte, aber gehören auch die grossen Querstörungen des Waadtländer- und Neuenburger Jura an. Wir werden auf weitere hieher gehörende Erscheinungen in einem folgenden Abschnitt zu sprechen kommen.

Eine Bemerkung muss ich noch an meine Tafel III knüpfen. Es ist sehr wohl denkbar, dass bei derartig komplizierten Faltungsvorgängen die in der Sedimentserie vorhandenen Mergel-Ton (und Gips)-serien (Keuper, Opalinustone, Oxfordien-Argovien) wieder sekundäre Gleitung der hangenden Schichten ermöglicht haben. Wir wissen darüber aber nichts Genaueres, und darum habe ich den einfachsten Fall dargestellt, d. h. die ganze Serie im Zusammenhang sich falten lassen. Die Länge der einzelnen Schichten — glatt oder gefaltet — ist auf allen Profilen gleich gewählt worden, dementsprechend sind die Begrenzungslinien (rechts beim Pfeil) überall als Vertikale dargestellt. So lässt sich auch der Betrag des Zusammenschubes aus der verschiedenen Gesamtlänge der Profile direkt ablesen. Sollten dagegen die höhern Schichten weiter nordwärts vorgeglitten sein als die tiefern, so müsste — bei gleicher Schichtlänge — die Profilbegrenzung rechts als eine nach links treppenförmig ansteigende Linie dargestellt werden. Die Kalke wären darin die Steilstufen.

Auf zwei Erscheinungen muss ich bei der Gelegenheit noch kurz hinweisen; zunächst auf

Eine neue Analogie mit den Alpen.

Im Heft Nr. 1 v. Bd. XIV der „Eclogae geol. Helvetiae“ hat kürzlich *E. Argand* die geologische Geschichte des westalpinen Bogens geschildert und zur Illustration eine Serie theoretischer Profile beigegeben (Pl. 3). Wer die obersten Figuren dieser Serie unter sich vergleicht, dem wird eine deutliche Analogie mit dem, was ich vom Grenchenberg geschildert habe, sofort in die Augen springen. Hier wie dort äussert sich die letzte Phase der Faltung in einer gewaltigen allgemeinen Zusammenstauchung. Die Sockelpartien des alpinen Deckenbündels werden in der Tiefe nach Norden gepresst, dadurch wölben sich die südlichern Decken höher und höher empor und weichen schliesslich nach Süden aus. Ganz dasselbe vollzieht sich — natürlich übersetzt in bescheidene jurassische Verhältnisse — an den innern grossen Juraketten. Da aber die geologische Geschichte des Jura nicht getrennt werden darf von der der Westalpen, so hindert uns nichts, die letzte Stauungsphase der Jurafaltung in Beziehung zu bringen zu *Argand's* „Insubrischer Phase“ der Westalpen. Im Folgenden habe ich deshalb diese knappe Bezeichnung auch für die Kettenjurastauung in Anwendung gebracht, bemerke aber ausdrücklich, dass im Jura die gesamte Faltung und damit auch die abschliessende Stauung lediglich der jüngeren Pliocaenzeit angehören, während in den Alpen die Stauung schon viel früher eingesetzt hat.

Kurze Erwähnung verdienen an dieser Stelle endlich die

Tunnelbeben von Grenchen,

die durch *A. de Quervain* eine sehr sorgfältige Bearbeitung erfahren haben (siehe: Jahresbericht des Schweiz. Erdbebendienstes 1913, in Annalen d. Schweiz. Meteor. Zentralanstalt, Jahrg. 1913). Nur wenige Daten seien angeführt: Als im Jahre 1913 der Südstollen des Grenchenbergs den Kimmeridge-Rogenstein-Südschenkel des Grenchenbergs durchfuhr, ereigneten sich drei ganz lokale Erdbeben (am 1. Juni, am 2. und 11. November), deren Schüttergebiet gerade nur die allernächste Umgebung von Grenchen umfasste, die aber hier — im Epizentralgebiet — ungewöhnlich starke Erschütterungen (Grad 6—7 der Forel'schen Skala) hervorriefen. *de Quervain* setzt die Gründe ausführlicher auseinander, die dazu führten, diese merkwürdigen Beben mit dem Bau des Grenchenbergtunnels, im besondern mit den ganz gewaltigen Wassereinbrüchen im Tunnel beim Durchfahren des obern Sequans und des Hauptrogensteins in Beziehung zu bringen. Binnen kurzer Zeit sind dem Berge einige Millionen Kubikmeter Wasser entflossen.[7] Es stellte sich nun aber die weitere, gleichfalls schon von *de Quervain* aufgeworfene Frage: ob die Beben zurückzuführen seien auf den Einsturz der früher vom Wasser erfüllten Höhlen, mithin als Einsturzbeben bezeichnet werden müssten, oder ob es sich dabei um Auslösung tektonischer Spannungen handeln könne.

Unter Hinweis auf meine Ausführungen über die Entstehung der Grenchenbergtektonik — speziell auf Fig. 4 und 5 meiner Profile — glaube ich heute diese Frage bestimmter und zwar in dem Sinne beantworten zu können, dass die Ursache der Erdbeben vor allem in tektonischen Spannungen liegen dürfte, die zur Auslösung gelangen konnten, nachdem durch die unterirdische Drainierung der Grenchenbergsüdflanke eine nicht unbeträchtliche Störung des Gleichgewichts geschaffen worden war. Wir sahen oben, wie die letzte Phase der Jurafaltung namentlich eine Zusammenstauung der basalen Teile der Kette erzeugte. Hier könnten sich also auch sehr wohl Spannungen bis heute erhalten haben. Es ist interessant, in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam zu machen, dass die schweren Druckpartien der Südseite sich einstellten in dem kleinen südlichen Keupergewölbchen und in dem nur wenig nördlich davon folgenden Opalinustonbogen, die beide nur wenig übers Tracé hinaufragen. Ohne die Möglichkeit von Einsturzbeben ganz von der Hand weisen zu wollen, kommt doch nach dem Gesagten der Auffassung, es seien die Tunnelbeben von Grenchen in letzter Linie tektonische Beben, viel mehr Wahrscheinlichkeit zu.

Was endlich die Tiefe des Erdbebenherdes anbetrifft, über die *de Quervain* angibt, sie könne nicht wohl mehr als 1—2 km betragen, so passt dies trefflich zu meiner Tiefentektonik des Grenchenberggebietes. Fig. 5 zeigt, dass bei nicht ganz 2 km Tiefe unterm Tunnel der starre Grundgebirgssockel vorausgesetzt werden muss; darüber aber liegt die wild zusammengestaute sedimentäre

---

[7] Einige Angaben hat Herr Ob.-Ingr. *Custer* in der »Schweiz. Bauzeitung« 1913, S. 267, veröffentlicht, eine vollständige Bearbeitung dieser Wassereinbrüche wird später v. d. Abt. für Wasserwirtschaft vorgenommen werden (siehe Einleitung).

Kernpartie des Berges. Die seismologischen Schlüsse und die modernen Anschauungen über Juratektonik stützen und ergänzen sich also gegenseitig aufs schönste![8])

5. Der Gebirgsbau des Grenchenbergs in seinen Beziehungen zur Weissensteinkette.

Es gibt kaum eine Kette im Juragebirge, die wegen ihrer klassisch schönen, äussern Gliederung so oft genannt und so häufig in Profilen dargestellt worden ist wie die Weissensteinkette. Vor allem war dies der Fall, als der Bau des Weissensteintunnels uns vor ca. 10 Jahren auch Aufschluss über den Kern der Kette brachte. Da glaubten wir in der Kenntnis des geologischen Baues des Kettenjura um einen entscheidenden, gewaltigen Schritt vorwärts gekommen zu sein.

Heute zwingt uns der Grenchenberg von Neuem zu prüfen, ob alle diese Darlegungen, gleichviel ob sie von *Rollier, mir* oder andern gegeben worden seien, noch im alten Umfange aufrecht erhalten werden können.

Wer das Neue der Situation mit einem Schlag erfassen will, ziehe in Profil 10 der Tafel II durch den Grenchenberg einen Strich ca. 7 mm über dem Tunneltracé. Verdeckt man dann den Streifen unterhalb dieses Strichs, so bleibt vom Grenchenberg das sichtbar, was dem Bau nach vollständig sich mit unsern Erfahrungen vom Weissensteintunnel deckt. Wäre der Grenchenbergdurchstich im Niveau des Strichs erfolgt, so hätte die geologische Prognose — von kleinen Abweichungen abgesehen — Triumphe gefeiert; der Jurageologie als Ganzes aber wäre eine nennenswerte Bereicherung nicht beschieden gewesen. Statt dessen wurde ein tiefes Tracé gewählt, es wurde das eingeschachtelte Gewölbe erschlossen, die Prognose versagte auf 1 km Länge gänzlich, dafür aber ist ein Problem gestellt worden, das noch Jahrzehnte lang befruchtend auf die Jurageologie wirken wird!

Wie müssen wir uns denn nun den Bau der Weissensteinkette nach Westen und Osten zu vorstellen? Streicht dieses innere Gewölbe unter der ganzen Kette weiter, am Ende sogar auch unter dem Weissensteintunnel durch. Glättet sich die verbogene Überschiebung nach Osten und Westen zu rasch aus und verliert sie gleichzeitig dabei an Ausmass? Ähnliche Fragen können noch in grosser Zahl aufgeworfen werden. Ihre Beantwortung aber gestaltet sich schwierig; wir müssen uns heute vielfach mit Mutmassungen begnügen.

---

[8]) Anders liegen die Verhältnisse beim Erdbeben vom 1. März 1916, über das einige Angaben *de Quervain's* vorliegen (Extr. d. procès-verb. Soc. vaud. sc. nat. Séance du 19 avril 1910). Die grosse Herdtiefe (20—30 km) lässt dasselbe von vornherein als von der Jurafaltung primär unabhängig erkennen. Da die Erschütterungen aber im Umkreise der Querstörung Pontarlier-Lac de Joux besonders stark waren, so zeigt sich darin eine interessante sekundäre Erscheinung: nach Art eines Relaisbebens sind hier Spannungen ausgelöst worden, die noch von der insubrischen Phase her in diesen innern Juraketten stecken.

Am ehesten lässt sich das Problem meines Erachtens fassen, wenn wir uns zunächst im Jura nach ähnlichen Störungen umsehen. Solche kennen wir seit langem aus der östlichen Weissenstein- und aus der nördlich angrenzenden Graitery-Farisbergkette: Es sind dies die von *F. Mühlberg* erstmals genau beschriebenen

Überschiebungen in den Klusen von Balsthal und Mümliswil.

Hatte mich schon das Abbiegen des Rogensteins im Graitery s. Z. (vgl. 1913, S. 250 und 51) an die Kluse von Mümliswil denken lassen, so sprang beim Befund im Grenchenberg die grosse Analogie mit den genannten Klusen sofort in die Augen. Damit stand für mich auch ausser Frage, dass der Grenchenbergtunnel die während einer Reihe von Jahren geführte Kontroverse *Steinmann-Mühlberg* endgültig zugunsten *F. Mühlberg's* entschieden habe. Ich unterrichtete im Frühjahr 1914 Herrn Prof. *Mühlberg* von meinen Befunden, und es bedeutete für ihn, dessen Verlust wir inzwischen zu beklagen haben, eine grosse Genugtuung, die Richtigkeit seiner Ansichten durch allgemein überzeugende Argumente bestätigt zu sehen. Im Nachfolgenden rechne ich darum mit den Überschiebungserscheinungen in den Klusen als mit etwas absolut Feststehendem.

Wie im Grenchenberg, so finden wir auch in den beiden genannten Klusen jeweils zwei ineinandergeschachtelte Kerne, an deren Aufbau sich oberflächlich namentlich der Dogger beteiligt. Für die Details verweise ich auf folgende geologische Karten: *F. Mühlberg:* Hauensteingebiet, *F. Mühlberg* und *P. Niggli:* Roggen-Born-Bowald (beide herausgeg. v. d. Schweiz. geol. Kom., Spezialkarten Nr. 67 und 73, samt Profiltafel 73b und zugehörigen Erläuterungsheften). Sehr wertvoll ist sodann die von *Steinmanns* Schülern *W. Delhaes* und *H. Gerth* bearbeitete „Geologische Karte des Kettenjura zwischen Reigoldswil und Oensingen“ (Geol. und pal. Abhandlungen, herausg. v. E. Koken, N. F., Bd. XI, 1912), weil sie das Klusengebiet Oensingen-Mümliswil unzerschnitten wiedergibt.[9]) Endlich seien für die westlichen Abschnitte von Graitery- und Weissensteinkette *Rolliers* „Cartes tectoniques“: Envelier-Weissenstein und Moutier erwähnt, sowie dessen Dufourblatt VII.

---

[9]) Die grosse Genauigkeit dieser Aufnahme und die nicht minder sorgfältige Behandlung der Stratigraphie lassen es fast unbegreiflich erscheinen, dass *Delhaes* und *Gerth* in der tektonischen Interpretation ihrer Befunde so gänzlich auf Abwege geraten konnten.

Von grösster Wichtigkeit für unsere weitern Betrachtungen ist nun das Verhalten der Kernpartien der Ketten.

Was zunächst die *Graiterykette* betrifft, so lässt sich aus den zahlreichen Arbeiten der genannten Autoren und den aufgezählten Karten folgendes ableiten:

Von der Mümliswiler Kluse aus, wo der südliche Gewölbebogen deutlich durch Überschiebung dem untern nördlichen aufruht, verfolgen wir das Südgewölbe westwärts bis etwas über „Bremgarten“ hinaus (siehe Karte *Delhaes-Gerth*). Es sinkt auf dieser Strecke im allgemeinen nach W zu deutlich axial ab. Der Nordsaum des Doggerkerns — soviel glaube ich aus der eben genannten Karte schliessen zu dürfen — erscheint dabei zuletzt nur noch leicht überschoben auf den Südschenkel des bei Schinboden aus der Tiefe wieder auftauchenden nördlichen Gewölbes. Nach WSW klingt dann die Überschiebung wohl allmählich aus, vielleicht schon in der Argovienserie des Südschenkels, und damit vereinfacht sich der Bau der Kette. Vom Breitenberg an westwärts baut so weit wir wissen das Nordgewölbe den Scheitel der Kette auf und erscheint dabei — es ist dies zwar nebensächlich — gleichfalls etwas nach Norden übergelegt. Der Kette noch weiter westwärts nachzugehen ist für unsern Zweck nicht nötig. Das Gesagte aber erlaubt uns zusammenfassend eine Reihe von Feststellungen, die besonders auf der *Delhaes-Gerth*'schen Karte sehr schön zum Ausdruck gelangen, nämlich:

a) das tiefere Nordgewölbe steigt axial von Osten nach Westen an und drängt das Südgewölbe auf die Südseite der Kette;

b) dabei wächst von E nach W das Ausmass des Nordgewölbes bedeutend an, während das Südgewölbe in dieser Richtung entsprechend abnimmt.

c) Die die beiden Doggerkern trennende Überschiebung streicht von links, d. h. aus dem Südschenkel, schief über die Kette nach rechts in den Nordschenkel und erlöscht wohl hier sehr bald ganz, was mit dem Kleinerwerden des nördlichen Gewölbes in Einklang steht.

Das Bild nach Osten zu ergänzend, sei bemerkt, dass im Beretenwald östlich der merkwürdigen Beretenverwerfung jedenfalls eine Trennung in zwei Gewölbe nicht mehr vorhanden ist; die beiden Doggerserien der Klus sind zu einem einzigen Gewölbe zusammengetreten, das dafür aber auch eine entsprechend grössere Höhe erreicht.[10]

Ganz dieselben Erscheinungen kehren in der Weissensteinkette in der Oensinger Klus wieder: Das tiefere Nordgewölbe nimmt auch hier nach Westen an Grösse und Bedeutung rasch zu, steigt axial an, tritt — ganz in der SW-Ecke der *Delhaes-Gerth*'schen Karte — als Randfluh wieder zutage, um sich von da an als grosser Kern der Weissensteinkette ununterbrochen über Günsberg zur Rötifluh und ins Gebiet des Grenchenbergs verfolgen zu lassen.[11]

Das überschobene Südgewölbe aber lässt sich wie bei der Farisbergkette nach Westen zu nicht gar weit verfolgen. Schon bei Walden (vergl. Blatt VII) hört es auf als solches zu existieren. Ich stimme *F. Mühlberg* bei, dass dann weiter im SW ein Teil der gesackten und verrutschten Massen zwischen Bipp und Günsberg dem Südgewölbe entsprechen können. Dann aber verlieren wir seine Spuren ganz; wir wissen nicht, ob die Überschiebung die Kette verlässt oder im Südschenkel erlischt.[12]

Wie bei Mümliswil zieht also auch hier die Überschiebung unter ganz spitzem Winkel von SW nach NE quer durch die Kette hindurch; östlich Balstal klingt sie bald ganz aus, auf gleicher Höhe wie in der Graiterykette.

Beide Ketten liefern das eine festzuhaltende Resultat: Der nördliche, tiefere Kern steigt von Osten nach Westen allmählich axial in die Höhe; der höhere, südliche Kern dagegen verliert sich nach Westen zu sehr bald, in der Farisbergkette kann erkannt werden, wie dies durch westliches Axialgefälle bedingt ist.

---

[10] Ueber den Beretenbruch eine kurze Bemerkung: Ich würde keinen Moment zögern, diesen bedeutenden Bruch, der innerhalb der Farisbergkette sehr wahrscheinlich zwei verschieden gebaute Abschnitte scheidet, mit *G. Steinmann* als alt, d. h. rheintalisch zu betrachten, wenn derselbe sich einwandfrei nordwärts bis an den Rand des Kettenjura verfolgen liesse. Da dies aber nicht der Fall ist, so erachte ich es als richtiger, diesen und ähnliche andere lokale Brüche der Umgebung von Langenbruck als Begleiterscheinung der Jurafaltung zu betrachten, die zusammenhängen mit der gegen das Hauensteingebiet zu einsetzenden Scharung der Ketten. Man vergleiche *Mühlbergs* prachtvolle Hauensteinkarte! Die Anlage dieser Querstörungen kann und muss dabei z. T. aus einer recht frühen Phase des Zusammenschubs stammen. Die „Hauensteinscharung“ veranlasst übrigens auch das nordöstliche Abbiegen der Farisbergkette östlich Mümliswil.

[11] Die im Weissensteintunnelabschnitt erfolgende Auswechslung des Doggerkerns (Rötifluhgewölbe/Stalfluhgewölbe) vollzieht sich so oberflächlich und ohne jegliche Ueberschiebung, dass sie für unsern Fall unberücksichtigt bleiben darf.

[12] Wenn *Mühlberg* (Zur Tektonik d. nordschw. Kettenjura, N. Jb. f. Min., etc. Beilage Bd. XVII. 1903, S. 481) s. Z. angenommen hat, zum Südgewölbe gehöre in letzter Linie auch noch die Malmplatte von St. Verena bei Solothurn, so kann ich dieser Auffassung nicht mehr folgen. Einem derartigen Zusammenhang widersprechen die Molassevorkommen v. Günsberg.

Nun kehren wir zurück in unser Ausgangsgebiet und prüfen, ob sich

Analogien zwischen den Klusen und dem Grenchenbergtunnelgebiet

nachweisen lassen.

Wir wissen, dass der Grenchenberg nach Norden überschoben ist; er entspricht als Ganzes also einem „Südgewölbe“. Findet nun ein ähnliches Verhalten statt wie bei den Klusen, so muss sein Scheitel westwärts absinken und sich verlieren, und das ist tatsächlich in sehr ausgesprochener Weise der Fall: man erkennt dies schon aus den topographischen Karten, noch deutlicher aus den geologischen (*Rollier*, Bl. VII und Moutier).

Was aber wird aus dem „Nordgewölbe“ im Kern des Berges? Steigt dieses auch nach Westen zu allmählich axial an, wie es die Analogie zu den Klusen verlangt? Ich glaube diese Frage bestimmt bejahen zu dürfen: Etwa 9 km westlich vom Tunnel finden wir den Doggerkern der Montozkette, nicht etwa als wiederauftauchender Grenchenbergkern, sondern deutlich nördlich desselben vorbeistreichend. Nach Osten zu sinkt er ab und denken wir ihn uns verlängert bis ins Tunneltracé, so weist er genau dahin, wo unter dem Grenchenberg der Tunnel das „begrabene Gewölbe“ durchfahren hat. Dieses ist also für mich nichts anderes als das nach Osten in der Tiefe ausklingende Montozgewölbe, das vom Grenchenberg ganz überschoben erscheint!

Ist diese Auffassung richtig — und ich wüsste z. Zt. keine bessere Auslegung zu geben — so ist zu erwarten, dass mit dem Auftauchen des Montozgewölbes, irgendwo zwischen Grenchenberg und Montoz, auch die diese beiden Einheiten trennende Überschiebung zutage treten sollte. Man kann sich dies aus meinem Profil 5 der Tafel III sehr leicht vorstellen. Es ist also zu erwarten, dass — ausgehend von den „Roches du Chaluet“ — die Chaluetüberschiebung nach SW zu weiterstreichen und in irgend einer Weise spitzwinklig in die Nordflanke des Montozberges eintreten dürfte — vielleicht sogar auf den Rücken des Berges hinaufreichend — immer den Malm des Grenchenberggewölbes von dem der Montozfalte trennend.

Hier müssen nun neue Untersuchungen einsetzen. Dass *Rollier's* Karten (Moutier und Bl. VII) von einer derartigen Störung nichts enthalten, möchte ich ihnen nicht im geringsten zum Vorwurf machen. Der Nachweis wird sich in den gleichförmigen, stark bewaldeten Malmkalken ungemein schwierig gestalten, vielleicht sogar unmöglich sein. Das darf uns dann aber nicht veranlassen, das oberflächliche Vorhandensein der Störung a priori in Abrede stellen zu wollen: eine Überschiebung vom Ausmass der des Grenchenbergs kann nicht plötzlich aufhören.

Dass ihr bis jetzt bekanntes Stück, die Chaluetüberschiebung, nach WSW zu sehr bald in die Nordflanke des Montozberges einlenken dürfte, das möchte ich aus den schon früher von mir (1913, S. 246—47) erwähnten Beobachtungen von Dr. *Troesch* schliessen. Herr Dr. *Troesch* hat im WSW der „Roches", im Waldstreifen gerade südlich ob Gros Pré, einen weitern Zug von Oberstem Malm auffinden können, der von den „Roches" deutlich zur Malmflanke des Berges hinüberweist. Die Molassemulde südlich der „Roches" (vergl. Profil 10, Tafel II) wird also nach Westen zu rasch schmäler, und damit nähert sich der aufgestülpte Malm der „Roches" der Nordflanke des Berges. Weiter westlich fehlt wahrscheinlich eine den „Roches" entsprechende Aufstülpung des obern Malm sehr bald ganz. Der Grund hiefür ist naheliegend: Sobald die Überschiebung nicht mehr bis in die spätere Muldenzone hinausreichte, konnte die überschobene Stirne auch nicht mehr muldenförmig verbogen werden! Denken wir uns aber die Aufstülpung der „Roches" weg, so kommt — man vergleiche z. B. Fig. 5 der Tafel III — der nordfallende Malm des Grenchenberggewölbes auf den ähnlich nordfallenden Malm der Montozfalte zu liegen. Damit ist auch der Anfang zu einem allmählichen Ausklingen der Störung gegeben. Wir können uns dieses „Sich Wiederzusammenfügen" noch in der Nordflanke des Montozberges oder auf dessen Scheitel oder erst jenseits desselben denken.

Aufbauend auf das eben Gesagte, dürfen wir unter Berücksichtigung der Klusen nun vielleicht auch einige *Mutmassungen über das Ostende der Chaluetüberschiebung* aussprechen:

Wir sahen oben, wie im Klusengebiet normaler Kettenbau allmählich da wieder einsetzt, wo das in der Tiefe nach Osten streichende „Nordgewölbe" nur noch ganz unbedeutende Dimensionen haben kann oder schon zu existieren aufgehört hat; die „tektonische Führung" ist dabei gleichzeitig an das „Südgewölbe" übergegangen.

Ähnliches kehrt im Grenchenberggebiet wieder: Die normale Montozkette hat SE von Tavannes rund 3 km Breite; im Tunnel ist wegen der Überschiebung fast nur noch ihre Nordhälfte da, mit 1 km Breite. Dagegen wächst, wie auch erwartet werden muss, die Weissensteinkette nach Osten zu mächtig an.

Fragen wir uns, wie weit nach Osten sich die Montozfalte in der Tiefe noch erstrecken dürfte, so gibt uns meines Erachtens der Gesamtbau der Weissensteinkette einige Auskunft: ich vermute ihr letztes Ausklingen, mit andern Worten die Ausheilung der Überschiebung etwa da, wo im Hasenmattabschnitt die Weissensteinkette am meisten nach Norden vorbrandet; hier stand ihr beim Vordringen nach Norden kein Hindernis mehr im Wege. Von da an ostwärts ändert dann der gesamte Bauplan der Kette; ich darf hier wohl an meine frühern Arbeiten über die Weissensteinkette erinnern (vergl. Beiträge z. geol. Karte der Schweiz, N. F., XXI. Liefg.) und Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. (Bd. 63, 1911).

An der Oberfläche verlieren wir die Spur der Chaluetüberschiebung da aus den Händen, wo die Roches du Chaluet nach Osten zu fast unvermittelt abreissen. Da aber der Gesamtbau der Kette wie gesagt eher für ein rasches Abnehmen der Überschiebung nach Osten zu spricht, so dürfen wir vermuten, dass sich die ,,Roches" im Verlauf nach Osten zu, in der Tiefe mehr und mehr zurückziehen, um sich mit dem vollständigen Aufhören der Überschiebung wieder normal in den Nordschenkel der Kette einzufügen. Auch im Klusengebiet beobachteten wir ja, wie die Überschiebungen nach NE zu in den Nordschenkeln erlöschen.[13])

Dann aber gehen wir kaum fehl wenn wir sagen, dass aller Wahrscheinlichkeit nach der Grenchenbergtunnel just den kompliziertesten Abschnitt der Weissensteinkette durchbohrt hat, den nämlich, in welchem uns die Aufstülpung der ,,Roches du Chaluet" das ursprünglich grösste Ausmass der Überschiebung kundgibt! Was Wunder, dass s. Z. *E. Baumberger* und *ich* umsonst nach einer tektonischen Deutung für die ,,Roches" gesucht haben und dieselben schliesslich für abgerutscht hielten. *Rollier's* Auslegung erwies sich als lokal richtig, die regionale Bedeutung der Chaluetüberschiebung verriet uns erst der Tunnelbau.

Der Gesamtbau der Weissensteinkette zwischen Grenchen und Oensingen

aber lässt sich nun kurz etwa folgendermassen skizzieren:

Die beim Stierenberg NW Grenchen aus der Südflanke der Weissensteinkette abzweigende Chasseralkette ist nichts anderes als das nach SW zu selbständig werdende Rötifluhgewölbe. Im Tunnelprofil ist das Rötifluhgewölbe unter der Ratfluh als nach Süden gerichtete Knickfalte angedeutet.

---

[13]) Wenn ich früher einmal (1913, S. 246) die Roches du Chaluet mit der Brandbergkette verglichen und später auch die Möglichkeit erwogen habe, die Chaluetüberschiebung könnte mit der Störung im Norden des Brandbergs zusammenhängen, so muss ich diese Gedanken heute vollständig aufgeben.

Nördlich des Stierenbergs erhebt sich mit raschem Axialanstieg das Grenchenberg-Stalfluhgewölbe; dieses dominiert in der Weissensteinkette bis fast zum Weissensteintunnel und auf der Strecke bis dahin ist die Weissensteinkette auf die nach Osten untertauchende Montozkette überschoben.

Vom Weissensteintunnel an ostwärts bis zur Randfluh ist dann das Rötifluhgewölbe tonangebend. Gegen die Oensinger Kluse zu aber schiebt sich als neuer Doggerkern von Süden her das Ausserberg-Roggenfluhgewölbe über die Rötifluhfalte vor und bildet — indem das Rötifluhgewölbe allmählich ausklingt — den Doggerkern der Weissensteinkette bis an deren Ostende.

In diesen Zusammenhang fügen sich meine frühern Darstellungen über die Weissensteinkette ungezwungen ein; auch für die Tiefe brauchen wir im Abschnitt Weissensteintunnel-Günsberg kaum wesentlich andere Verhältnisse anzunehmen, als ich dies in früher veröffentlichten Weissensteinprofilen tat. Erst etwas westlich der Hasenmatt dürfte im Nordschenkel der Kette die Überschiebung einsetzen und damit auch die ersten Andeutungen des Montozgewölbes.

Wenn einmal später die Weissensteinkette, von der Hasenmatt an westwärts bis zur Ablösung der Chasseral- und Montozkette, in allen Details geologisch neu aufgenommen sein wird, so wird man sich auch an die ungemein interessante Aufgabe wagen dürfen, unter Benützung des Grenchenbergtunnelbefundes die Entwicklung des Gebirgsbaus in diesem Kettenabschnitt in theoretischen Profilen darzustellen: Eine Aufgabe, die voraussichtlich Herr Dr. *A. Troesch* ausführen wird. Bis dahin müssen wir uns wohl begnügen mit dem interessanten Tunnelergebnis und den paar Andeutungen, die über die mutmassliche Lösung des Problems oben gegeben worden sind.

Im besondern wird dann auch der von mir durchgeführte Vergleich mit den Klusen von Mümliswil und Balsthal nochmals nachzuprüfen sein.

Wir dürfen nicht übersehen, dass besonders bei Mümliswil die Verhältnisse der „Kerntektonik“ viel klarer liegen als wir sie je am Grenchenberg werden erkennen können. Die ganze Kette ist klein und übersichtlich und es fehlt vor allem die am Grenchenberg so hinderliche Malmbedeckung. Schon bei Balsthal-Oensingen kompliziert sich das Bild durch sekundäre Begleitbrüche.

Eines aber lässt sich m. E. am Grenchenberg klarer überblicken als in den Klusen: nämlich die Entstehungsgeschichte. Ich verweise auf meine Erläuterungen zur Tafel III. Auch für die Klusengebiete glaube ich unbedingt annehmen zu können, dass die Entstehung der Überschiebungen entweder der eigentlichen Auffaltung der Kette kurz vorausgegangen sei, oder doch wenigstens ganz in ihren Beginn verlegt werden muss. Auch hier sind die Überschiebungen durch die weiterschreitende Faltung verbogen worden: *Mühlberg's* Hauensteinprofile (Nr. 35 und 36) zeigen dies mit aller wünschbaren Deutlichkeit: Nur so ist es verständlich, dass das eingeschachtelte Gewölbe die Form des äussern wiederholt, und dass die Überschiebung nach Süden zu steil abbiegt, naturgemäss noch etwas steiler als der Südschenkel selber.

Wenn wir auf der Ostseite der Mümliswiler Klus am Nordende der Lobiseifluh (vergl. *Mühlberg:* Hauensteinprofile, Nr. 35) ein deutliches Abbiegen und Schleppen des Hauptrogensteins beobachten, die ähnlich auch auf der andern Talseite und auch in der Oensinger Klus an entsprechender Stelle wiederkehren, so steht dies mit der geschilderten Entstehungsgeschichte durchaus nicht in Widerspruch. An diesen Stellen wurde eben die Überschiebungsstirne eingedrückt, die spätere Faltung kann diese Erscheinung noch verstärkt haben.

Herr Dr. *H. G. Stehlin* hat im Sommer dieses Jahres in den oligocaenen Süsswasserkalken südlich der Ravellenfluh bei Oensingen Schürfungen vornehmen lassen, über deren palaeontologisches und stratigraphisches Ergebnis die Herren Drs. *Stehlin* und *Baumberger* später eingehend berichten werden. Ich erwähne hier nur, dass an den betreffenden Schichten — ähnlich wie dies *F. Mühlberg* von der Bechburg angibt, ein steil bergwärts gerichtetes Einfallen festzustellen war. Es resultiert daraus eine deutliche Überkippung des Südschenkels. Ähnlich wie beim Grenchenberg dürfen wir also annehmen, dass in der Tiefe auch die Klusenüberschiebung steilgestellt, vielleicht sogar mit überkippt wurde. Dasselbe gilt auch für die Farisbergkette in der Klus von Mümliswil.

Es wiederholen sich also in den Klusen diejenigen Erscheinungen, die ich oben als bezeichnend für die „insubrische Phase“ der Jurafaltung beschrieben habe.

Dieses Einstechen der Molasse unter den Südschenkel gilt aber jedenfalls für den ganzen Südrand der Weissensteinkette von Oensingen westwärts bis nach Günsberg. Die von mir beschriebene „Günsbergüberschiebung“ ist genau genommen eine Unterschiebung: Es ist der Nordrand des Molasselandes, der während der insubrischen Phase unter die Kette hineingepresst wurde; der Kette blieb nichts anderes übrig als nach Süden und oben auszuweichen!

In solchen Zusammenhängen erhält nun auch der Günsberger „Bergsturz“ ein neues Gesicht. Ist es am Ende doch z. T. ein durch Überschiebung auf die Molasse hinausgepresster Südschenkel, der später in sich versackt ist? Auch hier muss weitere Feldarbeit geleistet werden.

Werfen wir endlich noch einen Blick auf

Die geographische Verbreitung stark gefalteter Überschiebungen im Juragebirge,

so sehen wir dieselben ziemlich scharf gebunden an einen ganz bestimmten Abschnitt desselben: Wir kennen sie bis jetzt nur aus solchen Ketten, die überleiten von dem einseitig nach Norden überschobenen Kettentyp des Hauensteingebietes zum viel einfacher gebauten Gewölbetyp des Bernerjura. So wie diese Ketten topographisch ein Bindeglied sind, so sind sie es auch tektonisch. Es kombiniert sich in ihnen das tektonische Leitmotiv des östlichen Jura, die Überschiebung, mit dem Leitmotiv des Westens, der reinen Faltung. Der Umstand, dass Weissenstein- und Farisbergkette nach Osten zu verschmelzen, fällt dabei nicht in Betracht.

Wir werden leichte Verbiegungen der Überschiebungen später auch aus andern Juraabschnitten anzuführen haben, nirgends aber können wir direkt von „gefalteten Überschiebungen“ sprechen, als nur gerade in den genannten Ketten.

Noch füge ich bei, dass auch die nächst nördliche Kette, die Passwangkette, eine Kombinationserscheinung von Überschiebung und Faltung zeigt: das ist die berühmte Kellenköpfliüberschiebung, die näher zu analysieren hier nicht der Ort ist.

In dem schon oben erwähnten Vortrag, den *Alb. Heim* 1915 in Genf gehalten hat, sind die Überschiebungserscheinungen der Klusen von ihm kurzweg als Scheitelbrüche bezeichnet worden; ja sogar der Grenchenberg, über dessen Bau ich Herrn Prof. *Heim* kurz vorher Mitteilung gemacht hatte, soll seine Komplikation einer potenzierten Form des Scheitelbruchs verdanken.

Ich denke, es sei nach dem oben Gesagten unnötig, die Unhaltbarkeit einer solchen Deutung noch näher hervorzuheben. Dass es sich nicht um einfache Scheitelbrüche handeln kann, zeigt schon die Tatsache, dass die Überschiebungen in den Klusen nicht parallel, sondern unter spitzem Winkel zum Streichen der Kette verlaufen.

6. Zwei Querprofile durch das nordschweizerische Juragebirge mit Verwertung der Befunde im Hauensteinbasis- und Grenchenbergtunnel.

(Vergl. Tafel IV.)

Es sind nun schon fast 10 Jahre her, seit mich Beobachtungen beim Balmberg in der Weissensteinkette auf den Gedanken geführt haben, es sei die Jurafaltung als Ganzes eine Erscheinung, die sich lediglich auf die Sedimente bis hinab an die Basis der Anhydritgruppe beschränkt habe; es müsse ferner in der leicht deformierbaren Anhydritgruppe, im besondern an der Untergrenze derselben eine Abscherung der hangenden Sedimente erfolgt sein, sodass die noch ältern Sedimente (Wellenkalk-Perm) sowie der Grundgebirgssockel in die Jurafaltung als solche überhaupt nicht einbezogen wurden. Ich brauche an dieser Stelle auf diese „Abscherungstheorie" nicht näher einzutreten, darf aber wohl meiner Freude Ausdruck geben, dass der Gedanke bei vielen Fachgenossen Anklang gefunden hat, in neuerer Zeit haben ihm auch *Alb. Heim* und *A. Amsler* beigestimmt.

Wenn *Alb. Heim* (Vortrag Genf, 1915, S. 32) als weitern Beweis für die Richtigkeit meiner Theorie den Verlauf der Schwerekurven anführt, welche vom Schwarzwald bis in die Alpen hinein ein ganz gleichförmiges Zunehmen des Massendefektes ergeben, ohne im Gebiet des Kettenjura irgendwelche Abweichungen zu zeigen, so kann ich freilich dieser Tatsache für unsere Frage keine Bedeutung beimessen. Nicht einmal das Auftauchen der gewaltigen alpinen Zentralmassive verrät sich ja im Verlauf der Schwerekurven!

Wichtiger erscheint mir dagegen, dass *M. Lugeon* im Dent de Morclesgebiet, im Hangenden des kristallinen Kerns des Aiguilles-rouges-Massivs Abscherungserscheinungen festgestellt hat, die gerade das zeigen, was im Jura theoretisch vorausgesetzt werden muss: nämlich eine Verwachsung der untern Trias (Quarzite = Buntsandstein) mit dem Grundgebirgskern, und eine erst im Hangenden derselben in den plastischen Schichten einsetzende Abscherung (siehe: Comptes rendus de l'Acad. des sc., t. 159, p. 192, 13. VII. 1914). Die Aiguilles-rouges sind ja nichts anderes als der zutage tretende „Grundgebirgssockel" des Juragebirgs; die Abscherung vollzieht sich hier freilich unter dem direkten Einfluss der alpinen Decken, im Jura dagegen mehr unter alpiner „Fernwirkung".

Was *Lugeon* von der Dt. de Morcles beschreibt, deckt sich mit meinen frühern Beobachtungen am Westende des Aarmassivs im Doldenhorn-Lötschenpassgebiet, wo gleichfalls ein autochthoner Sedimentmantel ganz fehlt bis auf die mit dem Gasterngranit ganz verschweissten Arkosen (Perm) und Quarzite (Unt. Trias) (vergl. diese Verhandlungen, Bd. XX, 1909, S. 176—178).

Der Bau der beiden neuen, über 8 km langen Juradurchstiche bot eine wohl nie mehr wiederkehrende Gelegenheit, die Abscherungstheorie auf ihre Wahrscheinlichkeit hin zu prüfen. Nicht die Länge der Tunnel ist dabei wichtig, sondern der Umstand, dass beide als Basistunnel so tief als möglich von Tal zu Tal geführt wurden.

So habe ich denn versucht, unter Verwertung der Tunnelbefunde zwei Querprofile durch den nordschweizerischen Jura zu entwerfen, die ich auf Tafel IV wiedergebe. Die gross gezeichneten Originale wurden schon im Winter 1915/16 gezeichnet und dienten zur Demonstration bei den in der Einleitung erwähnten Vorträgen.

Bevor wir auf die nähere Diskussion der Profile eintreten, seien kurz die Autoren genannt, deren Arbeiten ich benützte, soweit nicht eigene Beobachtungen zur Verfügung standen:

Profil 1: Abschnitt: Dinkelberg nach *S. von Bubnoff.*
„ „ Rhein-Farnsberg nach *C. Disler, R. Suter* und eigenen Aufnahmen.
„ „ Farnsberg-Aare nach eigenen Aufnahmen.
„ „ Aare-Zofingen nach *F. Mühlberg* und *P. Niggli.*
Profil 2: „ Fislis-Lützel nach *A. Tobler* und eigenen frühern Aufnahmen.
„ „ Lützel-Delsberg nach Originalaufnahmen von cand geol. *T. Keller* und eigenen Beobachtungen.
„ „ Delsberg-Grenchen nach eigenen Aufnahmen.
„ „ Aare-Bucheggberg nach einer, mir von Herrn Dr. *E. Baumberger* zur Verfügung gestellten Zeichnung, die ich als dessen Originalarbeit zu betrachten bitte.

Betrachten wir zunächst das obere

Profil 1,

so zeigt dasselbe bis zum Tunnelportal ausschliesslich die bekannte, auch den Dinkelberg kennzeichnende Tafeljuratektonik, d. h. den Wechsel von breiten Horststreifen und schmalen konvergierenden

Keilgräben. Auf eine Diskussion, ob die Verwerfungen und Grabenbrüche, besonders die schmalen Gräben von Minseln, vom Farnsberg und von der Eichhalde hinabreichen bis ins Grundgebirge, kann ich hier nur andeutungsweise eintreten. Als ganz sicher ist eine Miteinbeziehung des Grundgebirges nur bei der Oensberg-Bruchzone anzunehmen, diese aber nimmt auch eine etwas abweichende Stellung ein.

Es ist sehr wohl denkbar, dass mit dem Aufreissen von Brüchen auch Gleitungsvorgänge einsetzten. Man kann dann auch an ein Erlöschen der Gräben in den Ton-Mergelhorizonten denken, das je nach der kleinern oder grössern Breite der Gräben schon in den Opalinustonen, oder im Keuper oder erst in der Anhydritgruppe statthatte.

Da die Keilgräben, wie wir oben sahen, auch im Hauensteinbasistunnel eine wichtige Rolle spielen, so sei mir gestattet, hier eine

Theorie der Keilgrabenbildung

zu skizzieren, auf die ich später, und dann mit Berücksichtigung der Literatur, zurückkommen möchte.

Über die Verbreitung der Grabenbrüche und Verwerfungen im gesamten Oberrheingebiet orientieren noch am besten: *Mühlberg's:* Geotekt. Skizze der nordwestl. Schweiz, Livret-guide géol., Pl. 6; ferner die „Tektonische Karte Südwestdeutschlands“, herausgeg. v. Oberrhein. geol. Verein; beide Karten aber bedürfen der Vervollständigung. Viel besser sind wir versehen mit tektonischen Darstellungen nur des Basler- und Aargauer Tafeljura und des Dinkelberggebiets, ich verweise auf die zuletzt gegebenen von *Ed. Blösch* (N. Jb. f. Min. etc., Beilage Bd. XXIX, Tafel XXI, 1910); von *F. Mühlberg:* Der Boden d. Aargaus, Festschr. Aarg. Natf. Ges. 1911; von *S. von Bubnoff*, (Mitt. Grossh. Bad. geol. Landesanstalt, Bd. VI, Tafel XXVII, 1912) und *A. Amsler* (Ecl. geol. Helv., Bd. XIII, S. 481, 1915); die von *A. Amsler* bietet den Vorteil, dass auch die weitere Umgebung zur Darstellung gelangt.

Nachdem wir heute wissen, dass die Verwerfungen und Gräben das ganze Gebiet von Säckingen bis zur Rheintalflexur kennzeichnen und dann wieder von der Pfirt bis über Pruntrut hinaus wiederkehren, um von hier aus wahrscheinlich hinauszustrahlen in die Tertiärausfüllung des Rheintals bis nördlich von Mülhausen, so erscheinen uns diese Bruchsysteme als etwas viel regionaleres als früher angenommen werden durfte. Ich betrachte sie heute als eine Interferenzerscheinung zwischen dem Einbruch des Rheintalgrabens (inkl. Dinkelberges) und einem zur Oligocaenzeit auf das ganze Gebiet von Waldshut bis Montbeliard wirksamen Druck alpinen Ursprungs.

Im Süden des Schwarzwaldes, zwischen Aare und Fricktal, erzeugte dieser alte alpine Druck die Mettauer „Unter“-schiebung und die Mandacher Überschiebung, die in ihrer tektonischen Gestaltung sich übrigens analog den viel jüngern kettenjurassischen Störungen verhalten, d. h. gleichfalls die Abgleitung auf der Anhydritgruppe erkennen lassen, und sich dabei ihrer Richtung nach der SSE-Abdachung des Schwarzwaldes anpassen. Genau wo diese Störungen dann nach W zu ausklingen, setzen mit der Heraushebung der Schwarzwaldecke von Säckingen die Verwerfungen und Grabenbrüche ein, die sich zunächst deutlich orientieren gegen den der leicht bewegten Sedimentplatte als Drehpunkt dienenden Säckinger Schwarzwaldsporn. Das Einsinken des Dinkelbergs und vor allem das des Rheintalgrabens lenkt nun von da an den alpinen Druck nach Westen ab, denn nur nach dieser Richtung ist ein Ausweichen möglich. Unter dem Einfluss des schwarzwäldischen Widerstandes aber reissen die Gräben auf und zwar sehr wahrscheinlich sukzessive fortschreitend von Osten nach Westen zu. Da naturgemäss jeder Graben für sich eine Verbreiterung der Tafeljura- (und Dinkelberg-)Fläche erzeugt, so resultiert daraus, dass mit dem Aufreissen der Gräben ein ganz nennenswertes Breiterwerden der Tafeljura- und Dinkelbergfläche stattgefunden und gleichzeitig der westliche Basler Tafeljura (und westliche Dinkelberg) eine leichte horizontale Verschiebung gegen das Rheintal zu erfahren hat. Das Rheintal hat aber nicht zerrend auf diese Tafelgebiete gewirkt, sondern diese sind durch die Keilgräben nach Westen zu verbreitert worden, schrittweise mit jedem Graben etwas mehr.

Man darf vielleicht vermuten, dass im Elsgau und in der Pfirt das Aufreissen der Gräben und die dadurch bedingte Verbreiterung des Tafellandes spiegelbildlich zum Baselbiet d. h. von W nach E gegen das einbrechende Rheintalstück Basel-Mülhausen zu fortgeschritten seien; allein die vorliegenden Daten genügen nicht, um eine definitive Entscheidung in diesem Sinne zu erlauben. Die Grabenbrüche und Verwerfungen sind übrigens in der Pfirt und im Elsgau lange nicht so kräftig und schön ausgeprägt wie im Baselbiet und Dinkelberg. Das hängt wohl damit zusammen, dass die Pfirt eigentlich noch zum Rheintal selber gehört und für das Elsgau ein Widerstand der Vogesen nicht mehr so direkt zur Auswirkung gelangen kann, wie dies beim Schwarzwald der Fall ist.

Die Entstehung der Keilgräben aber kann man sich meines Erachtens am besten etwa auf folgende Weise vorstellen:

Man stellt ein dickeres Buch auf seinen Rücken quer vor sich her und fasst mit den Händen die freien Ecken aller Blätter. Drückt man nun von rechts nach links gleichzeitig auf die senkrecht stehenden Blätter, so werden sie im mittlern Teil des Buches zum Klaffen gebracht und der klaffende Hohlraum nimmt Keilform an. Der einen Hand kommt dabei die Rolle des alpinen Druckes zu, der andern die des widerstehenden Schwarzwaldes, bezw. der Vogesen. In der Natur entstehen aber keine Hohlräume, denn die einbrechenden Schichten füllen sofort den tiefsten Teil des Grabens wieder aus.

Unsere Theorie vom oligocaenen alpinen Druck auf Rheintal und Tafeljuragebiete wird noch einer Reihe von Detailerscheinungen gerecht:

So erklärt sich unter Berücksichtigung des schwarzwäldischen Widerstandes auch der auffallende Parallelverlauf der Dinkelberggräben und der der Muschelkalktafel südlich Säckingen: beide Tafeln haben im Norden starre hochaufragende Gebiete vor sich. Anders die Baselbietergräben: für sie tritt der Säckingersporn wie schon gesagt als Drehpunkt in Funktion, nach ihm orientieren sie sich, sodass im Baselbiet statt einer fast rein ostwestlichen Verbreiterung der Tafel ein leichtes Abdrehen der Verbreiterung nach NW zu statthat. Das Abdrehen erklärt uns auch, warum einige dieser Keilgräben nach Norden zu spitz enden. Interessant und von grösster Bedeutung ist ferner die Tatsache, dass im westlichen Basler Tafeljura die Grabenbrüche fast fehlen und durch einfache Verwerfungen ersetzt werden: hier trat eben der Widerstand des Schwarzwaldes nicht mehr so direkt in Erscheinung; das eine mit zur Keilgrabenbildung nötige Moment fehlte so gut wie ganz und es genügten zur Auslösung der Spannungen einfache Verwerfungen.

Das oben geschilderte Experiment mit dem Buche bedarf nun aber noch einer Ergänzung und Korrektur im Hinblick auf die Enden der Grabenbrüche. Im beschriebenen Falle haben wir beidendig Konvergenz der den „Graben" begrenzenden Bruchflächen; in Wirklichkeit ist dies aber nicht der Fall.

Was die Graben-Südenden anbetrifft, so ist an ihnen nirgends ein Zusammenlaufen der die Gräben begrenzenden Verwerfungen beobachtet, eher macht sich ein leichtes Auseinanderstreichen der Brüche bemerkbar. Damit geht gepaart ein langsames Abnehmen der Sprunghöhe, und so erlöschen nach Süden und Südwesten zu die Verwerfungen ganz allmählich und zwar ziemlich genau am Südrande des Tafeljura. Ich gehe mit *A. Amsler* z. T. darin einig, dass dieses in einer bestimmten Zone erfolgende Ausklingen der Verwerfungen für die Grenze von Tafel- und Kettenjura eine gewisse prädisponierende Bedeutung gehabt haben mag.

Anders beschaffen sind die Keilgraben-Nordenden, die bis jetzt viel zu wenig beachtet worden sind: Hier kann in einzelnen Fällen deutlich die Konvergenz nachgewiesen werden. Durch das Zusammenlaufen der begrenzenden Bruchflächen nimmt das Nordende des in den Keilgraben eingesunkenen Streifens schliesslich eine Form an, die genau übereinstimmt mit dem Bug eines Schiffes. Derartige bugförmige Enden kenne ich am schönsten aus dem Gebiet von Gelterkinden: die Nordenden des Sissacherfluhgrabens und des Wischberges stecken im nach Norden zu ganz ungestörten Plateau drin, wie eingefrorene Schiffsbüge in einer mächtigen Eisschicht. Ein derartiges Verhalten aber fügt sich ungezwungen der eben entworfenen Theorie ein, es wird sogar für die Gräben im Süden des Säckingersporns direkt gefordert!

Wir sahen oben, dass die Keilgrabenbildung in den Tafelflächen eine sukzessive von E nach W zu fortschreitende und dabei schrittweise sich steigernde horizontale Verschiebung aller Tafelelemente (Horststreifen und Grabenbrüche) mit sich bringt. Wir müssen aber doch wohl annehmen, dass gleichzeitig auch längs den Verwerfungen leichte horizontale Transversalverschiebungen zwischen den Horststreifen und den Grabenausfüllungen stattgefunden haben. Vor allem vermute ich derartige Begleiterscheinungen im Baselbiet, wo, wie erwähnt, ein Abdrehen der Grabenbrüche nach Westen zu statthat.

Auch längs den grossen, den Dinkelberg zerlegenden Verwerfungen von Degerfelden und Maulburg, die schief zu den Grabenbrüchen verlaufen, hat wohl nicht nur vertikale, sondern auch leichte transversale Verschiebung stattgefunden, und zwar in dem Sinne, dass die jeweils südlichen Abschnitte eine leichte Verdrehung nach NW, d. h. gegen das Rheintal zu erfahren haben. *Amsler's* Skizze (a. a. O. S. 480) zeigt z. B. sehr hübsch das dafür charakteristische Abbiegen der Rheintalflexur an der Stelle, wo im Wiesental die Degerfelder Verwerfung auf die Rheintalflexur stösst! Ebenso ist es kein Zufall, wenn die grosse Verwerfung von Maulburg beidseitig verlängert genau auf die beiden Schwarzwaldsporne von Säckingen und Kandern weist: so entsteht im NE von ihr ein toter, fast bruchfreier Winkel. Sie riss jedenfalls sehr bald auf, als im Oligocaen der erste alpine Druck von S und SE auf den Schwarzwald wirkte. Genau parallel zu ihr verläuft der Degerfelder Bruch!

Zusammenfassend können wir also sagen, dass der im Oligocaen von den Alpen aus auf die Nordwestschweiz wirkende Druck eine

Reihe von Störungen ausgelöst hat, deren Art und Verlauf sich der Gestaltung des im Norden aufragenden Schwarzwaldes aufs engste anpassen: östlich der Linie Fricktal-Murg (Dorf 5 km E Säckingen), wo der Schwarzwald ungestört südwärts untertaucht, finden wir Stauungserscheinungen parallel zum Schwarzwald-SE-Rand, westlich vom Fricktal aber wird die Sedimentplatte nach NW zu verschoben und verdreht, es reissen die Grabenbrüche auf, die wir als Torsionsgräben bezeichnen dürfen, zu ihnen gesellen sich endlich grosse Querstörungen im Dinkelberg.

Wenn gewöhnlich von rheintalischen Brüchen gesprochen wird, so ist dies nach dem Gesagten nicht ganz zutreffend, richtiger wäre es von alpin-rheinischen Brüchen zu reden, Dinkelberg und Tafeljura sind zusammen ein alpino-rhenanisches Bruchfeld. Der gelegentlich gebrauchte Name „schwarzwäldische Brüche“ ist ganz zu verwerfen; denn sämtliche Brucherscheinungen bleiben dem Schwarzwald fern, der Schwarzwald kommt nur als Widerstand in Betracht. Der Basler Tafeljura aber erhält für die Schweizergeologie ein erhöhtes Interesse: er stellt das einzige Torsionsbruchfeld dar, das wir auf Schweizerboden kennen.

Die Tatsachen, dass für den Tafeljura ein Ausweichen nach NW zu möglich war, dass ferner die Keilgrabenbildung in der Pfirt und im Elsgau, ja sogar im Rheintal selber bis über Mülhausen hinaus auftritt, machen es endlich wahrscheinlich, dass der grosse Rheintalgraben — zum mindesten im südlichen Teil — ein Gebiet oligocaener Dehnung und Verbreiterung der Erdrinde darstellt; mit andern Worten: er darf selber als ein grosser konvergierender Keilgraben aufgefasst werden.

Dass dann später, anlässlich der pliocaenen Jurafaltung, in den westlichen und südlichen Teilen des Tafeljura neue Interferenzerscheinungen zwischen den alten, alpino-rhenanischen Bruchsystemen und den Jurafalten sich eingestellt haben, die z. T. eine Reaktivierung der Brüche mit sich brachten, kann hier bloss angedeutet, aber nicht weiter verfolgt werden.

Nach diesem kleinen Exkurs, zu dem uns die Keilgräben unseres Profiltracé veranlasst haben, wenden wir uns der

Fortsetzung der Besprechung von Profil 1

zu.

Vom Nordportal des Hauensteinbasistunnels an südwärts setzt nun im Tafeljura eine jener interessanten Verflechtungen von Tafeljuratektonik und Kettenjuraeinflüssen ein, wie wir sie eben in ihrer prinzipiellen Bedeutung kurz erwähnt haben. Da alle Details schon oben bei der Besprechung des Tunnelbefundes gegeben worden sind, brauche ich hier nicht nochmals darauf einzutreten.

Die Verhältnisse an der Überschiebung im Tunnel bedürfen gleichfalls keiner nähern Erwähnung mehr. Der Befund ist eine einwandfreie Bestätigung der Abscherungstheorie, der Faden der Sedimentserie reisst da ab, wo der Salzhorizont kommen sollte.[14]

Nun verstehen wir auch, warum die um die Mitte des letzten Jahrhunderts bei Läufelfingen und Oberdorf im überschobenen Muschelkalk angesetzten Salzbohrungen erfolglos geblieben sind!

Vom Tunnel aus streicht die Überschiebung an die Oberfläche und lässt sich an der Basis der Zeglinger-Muschelkalkschuppen noch über 2 km weit nordwärts verfolgen. Sehr deutlich zeigt sich dabei, wie sie auf diesem Wege allmählich in ganz flache, sogar etwas wellige Lagerung übergeht; das zeigen auch *F. Mühlberg's* Hauensteinprofile sehr schön.[15]

Verlängern wir die Überschiebung vom Tunnel aus hypothetisch nach Süden zu in die Tiefe, so leitet sie — wir brauchen der Sache keinerlei Zwang anzutun, direkt in die Abscherungszone hinein, die wir an die Basis der bewegten Serie, d. h. in den Steinsalzhorizont verlegen müssen. Auf diesem plastischen Horizont ist die ganze Serie samt der darauflastenden Molasse nach Norden geglitten, und es erscheinen die Dottenbergserie und die sie unterteufende, im Tunnel eben noch angeschnittene Muschelkalkschuppe nur als Abspaltungen, die sich bildeten, als der Widerstand der überschobenen Masse im Norden zu gross wurde. Man sieht förmlich, wie sich der Dottenberg vor dem Hindernis aufbäumt!

Fragen wir uns, wo das Steinsalz geblieben sei, auf dem die Abscherung erfolgte und von dem wir wenigstens kleinste Spuren aus dem Tunnel kennen, so dürfen wir vielleicht vermuten, dass sich dasselbe möglicherweise da, wo die Überschiebung den Tafeljurarand abschneidet, aufgehäuft habe (vergl. Profil). Selbstverständlich wagen wir uns mit dieser Annahme weit hinaus auf hypothetisches Gebiet, fehlen uns doch über die Mächtigkeit des Salzes im Gebiet südlich des Jura jegliche Anhaltspunkte.

---

[14] In seinem in Genf gehaltenen Vortrag spricht *Alb. Heim* mehrfach davon, die Abscherung sei auf dem Salzton erfolgt. Das ist eine nicht ganz klare Ausdrucksweise. Als Salzton bezeichnet *F. Mühlberg* in seinen Erläuterungsheften immer die Mergel zwischen dem sog. Untern Dolomit und dem Gips bezw. Anhydrit der Anhydritgruppe. Die grosse Kettenjuraabscherung erfolgte dagegen im Salzhorizont: und der liegt, wie uns die Bohrungen der nordschweizerischen Salinen zeigen, mit lokal wechselnder Mächtigkeit immer an der Untergrenze der Anhydritgruppe, direkt überm Wellenkalk.

[15] An diese nördlichen Ueberschiebungsabschnitte knüpfen sich ungemein wichtige, weitere Probleme: Zeigte der Tafeljurasüdrand schon orographische Modellierung als der Kettenjura sich darüber schob? und wenn ja, welche? waren im besondern die Falten im südlichen Tafeljura (Sprüselfalte etc.) zu dieser Zeit schon in beginnender Abtragung begriffen? Ich behalte mir eine Diskussion dieser Fragen für später vor.

Es bleibt nun noch übrig, den

Südrand des Tafeljura,

den wir bis jetzt nur bis zum Tunneltracé verfolgt haben, einer nähern Betrachtung zu unterziehen; allein auch hier betreten wir sofort den Bereich der Hypothese.

Wer in der Lage ist, meine Abscherungsprofile von 1907 zum Vergleich heranzuziehen, wird finden, dass ich damals durchgehends an der Grenze von Tafel- und Kettenjura eine hypothetische Flexur des Grundgebirges angenommen habe, für die der Name „Mont terrible-Flexur vorgeschlagen wurde. Ich dachte mir, es habe diese, der Jurafaltung vorangehende Flexur die so scharf markierte Grenzlinie zwischen Tafeljura und Kettenjura verursacht, welche schon den alten Jurageologen aufgefallen ist und von ihnen den Namen „Mont terrible-Linie“ erhalten hat. Mit der Abscherung als solcher, hat natürlich diese hypothetische Linie direkt gar nichts zu tun, nur das Vorgleiten des Kettenjura an der Überschiebung wäre durch sie gewissermassen erleichtert worden.

Im untern Profil der Tafel IV findet sich unter der Vorburgkette, welche nördlich Delsberg die „Mont terrible-Linie“ bezeichnet, nichts mehr von einer derartigen Flexur des Grundgebirges. Es erscheinen vielmehr die Vorburg- und die nördlich vorgelagerten Ketten dem einheitlich gewölbten, höchsten Rücken des Grundgebirgssockels aufgesetzt. Beim Entwerfen des Profiles, das auf viel soliderer Grundlage ruht als diejenigen von 1907, ergab sich dies ganz von selber. Die nächste Folge ist dann natürlich die, dass im Juraabschnitt vom Laufenerbecken an westwärts bis etwas über Les Rangiers hinaus, die Vorburgkette nur deshalb als Nordrand des Kettenjura i. e. S. bezeichnet werden darf, weil sie nach Westen an die alles überragende Rangiers-Lomontkette anschliesst, im Osten an die Überschiebungszone; das ist ja auch von Alters her die allgemeine Auffassung.

Die weitere Frage ist nun aber diese: Dürfen wir aus dem Fehlen einer ältern Mont terrible-Störung im westlichen Bernerjura den Schluss ableiten, dass auch im Osten, besonders im Gebiet grösster Überschiebung irgend eine ältere, das Grundgebirge mit einbeziehende

Störung ganz ausgeschlossen sei? Da stehen uns nun zur Beantwortung nur die Aufschlüsse des Hauensteinbasistunnels zur Verfügung, sie sind im Überschiebungsgebiet die südlichsten und tiefsten. Diese aber (man vergl. das Befundprofil auf Tafel I) sprechen meines Erachtens doch eher dafür, dass im Gebiet grosser Überschiebung am Tafeljurasüdrand zu verschiedenen Malen sich „allerlei abgespielt haben muss“. Ich erinnere an den wunderbaren Zufall, der uns (vergl. S. 195) auf 200 m Länge die Transgressionsfläche von Tertiär (wahrscheinlich Obermiocaen) über einem 20° S fallenden Varians-Effingerschichtenprofil erschlossen hat; ich erinnere ferner an die im Tunnel fast 400 m betragende Breite der Tertiärzone, endlich an die Tatsache, dass dieselbe nach Süden zu selber wieder abbiegt zu ca. 25° Südfallen.

Besonders die Feststellung der Diskordanz beweist doch einwandfrei ein, schon lange vor der Jurafaltung eingetretenes Abbiegen der Schichten! Alles deutet auf eine Flexur hin, aber diese biegt nach Süden hinab, statt aufzusteigen, wie ich dies s. Z. für die hypothetische Mont terrible-Flexur angenommen habe. Vergegenwärtigen wir uns, dass sozusagen im Niveau des Bahnhofs Olten das Tunnelprofil noch auf fast 400 m Länge südfallendes Tertiär erschlossen hat, so wird uns die tiefe Lage des Tafeljurasüdrandes erst so recht eindrücklich. Ohne ein ganz ausgesprochenes Abbiegen desselben sind diese Verhältnisse meines Erachtens nicht erklärbar. Die auf Profil 1 der Tafel IV gegebene Interpretation des Tunnelbefundes scheint mir im Hinblick auf diese Flexur noch fast zu bescheiden zu sein, besonders wenn ich daran erinnere, dass die ganze Südhälfte der Tunnel-Tertiärstrecke mit 15—26° südwärts neigt. Wahrscheinlich ist also das Einstechen des Tertiärs ein noch viel tieferes als ich gezeichnet habe, und damit wird naturgemäss auch das Abbiegen des Tafeljurasüdrandes noch viel ausgesprochener. Ich werde später in meiner Tunnelmonographie hierauf zurückkommen.

Wie wir uns dann schliesslich das südlichste Ende des Tafeljura vorzustellen haben, ist gleichfalls ganz Hypothese. Ich habe auf meiner Profilkonstruktion ein leichtes Aufbiegen der Schichten gegen die Kettenjura-Überschiebungsfläche zu angenommen, doch wissen wir darüber natürlich gar nichts.

Als wahrscheinlich möchte ich es dann hingegen bezeichnen, dass Aufstülpungserscheinungen und damit auch Mittelschenkelbildungen ganz fehlen. Wenn schon im Grenchenberg alles auf scharfe Bruchüberschiebung hindeutet, wie viel mehr müssen wir dies dann bei der viel gewaltigern Kettenjura-Überschiebung erwarten.

Fragen wir uns endlich, ob auch in diesem Profil sich Anzeichen der insubrischen Faltungsphase zeigen, so glaube ich dies bejahen zu müssen. Dahin ist zu zählen die lotrechte Aufrichtung des Bornkette-Südschenkels bei Aarburg. Dahin gehört im Tunnelgebiet die leichte Verbiegung der Hauptüberschiebung zwischen dem Tunnel und ihrem Ausstreichen südlich der Sprüselfalte, auch das steilere Südfallen des Tertiärs in der Nähe der Überschiebung ist wohl z. T. auf insubrische Stauung zurückzuführen. Verbogen ist ferner die Überschiebungsfläche am Südrand der Burgfluhserie: der letzte Zusammenstau des Ganzen hat den Schuppenkopf nordwärts vorgepresst, und damit gleichzeitig das sonst unverständliche südliche Abbiegen des Burgfluhlias erzeugt (vergl. das Befundprofil der Tafel I).

Profil 2

zeigt ganz andere Verhältnisse, es durchschneidet den Kettenjura im Abschnitt südlich des Rheintalgrabens, wo er wohl seine schönste Entwicklung zeigt.

Es liegt mir daran, über die Grundsätze, die mich bei der Konstruktion dieses Profils geleitet haben, einiges vorauszuschicken.

Gestützt auf frühere Arbeiten und die Befunde im Hauensteinbasistunnel habe ich angenommen, es sei überall auf der ganzen Strecke von der Ill im Norden bis nach Balm im Süden die *ganze* Sedimentserie vom Salzhorizont hinauf bis in die Molasse von der Faltung ergriffen worden. Die innerhalb dieser Serie vorhandenen Ton-Mergelkomplexe (Keuper, Opalinuston, Oxford-Argovien) haben dabei zweifellos sekundäre Gleitungsvorgänge ermöglicht, aber die Entstehung sekundärer, selbständiger Falten höherer Abscherung, auf deren mutmassliches Vorhandensein ich früher einmal (Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges., Bd. 63, 1911, S. 366—67) hingewiesen habe, scheint mir in der Nordschweiz kaum mit Sicherheit eingetreten zu sein.[16])

Aus dem Gesagten folgt also, dass sich beim Ausglätten der

---

[16]) Ich stimme *Alb. Heim* und *A. Amsler* durchaus bei, dass Falten höherer Abscherung, d. h. mit Kernen von Keuper, Opalinuston oder Argovien als Aeltestes, möglicherweise im SW-Jura zu erwarten sind. Da wir hier über sehr mächtigem Malm noch die ganze Kreide haben, so würde ein derartiges Ueberspringen der Abscherung auf eine höhere Gleitschicht soviel heissen, dass die Jurafaltung eben nur die Kraft hatte eine Sedimentserie von einer ganz bestimmten, begrenzten Mächtigkeit in Falten zu legen.

Es wäre interessant, wenn Kenner des westschweizerischen Jura einmal dieses Problem zeichnerisch zu lösen versuchten, denn nur Profilkonstruktionen erlauben es uns, Schlüsse über die Kerntektonik abzuleiten.

Falten ein in allen Schichten gleich langes Schichtband ergeben würde: ein Moment, das ich bei der Konstruktion nach Möglichkeit beachtet habe. Späterm vorgreifend, bemerke ich hier beiläufig, dass dessen Länge (am Hauptrogenstein gemessen) in unserm Fall ca. 58 km beträgt.

Für die Beurteilung der Faltung ist es nun durchaus nicht gleichgültig, welchen Horizont wir dabei ins Auge fassen. Der Faltungsvorgang spielt sich in der Tiefe anders ab als in den höheren Horizonten. Besondere Beachtung verdient in diesem Zusammenhang meines Erachtens der Verlauf des Hauptrogensteins.

Der Hauptrogenstein liegt als mächtiger (ca. 100 m starker) Kalkkomplex ziemlich in der Mitte des von der Faltung überwältigten Schichtbündels. Sein Faltenwurf liefert uns also ein ziemlich gutes Durchschnittsbild. Ausserdem ist aus unserm Profil ersichtlich, dass dieser Horizont in dem in Frage stehenden Gebietsstreifen in der Regel der erste ist, den die Erosion bis heute in den Gewölbescheiteln geschont hat. Nur an einer Stelle bei Hautes Roches musste ich zu einer Luftlinie Zuflucht nehmen, der Verlauf derselben kann aber aus dem unmittelbar westlich noch erhaltenen Gewölbeschluss der Montagne de Moutier recht zuverlässig rekonstruiert werden.

Die hangenden Malmschichten kommen für die Bestimmung des Faltenbildes nur in niedern, untertauchenden Kettenabschnitten, wie z. B. nördlich Moutier in Betracht. In den hohen Ketten sind die Malmscheitel wohl schon zu Beginn der Faltung geborsten und dann rasch abgetragen worden, wie dies z. B. Tafel III schematisch darstellt. Dazu kommt noch, dass die Oxfordtone stellenweise eine unharmonische Faltung des „Kalkmalms" ermöglichten, wie dies z. B. der Abschnitt Vellerat-Tronday erkennen lässt. Hier haben sekundäre Gleitungen eine recht schön ausgeprägte Rolle gespielt.

Unter den mächtigen einfachen Rogensteinbogen setzt nun das ein, was ich die

Tiefentektonik der Juraketten

nennen möchte. Versuchen wir nämlich, die in unserm Fall vorhandenen 58 km Opalinustone, Lias, Keuper, Muschelkalk und Anhydritgruppe unterzubringen, so gelingt uns das nur durch die Zuhülfenahme zahlreicher Zerknitterungen, begleitet von unharmonischer Faltung: Zahl und Intensität der Fältelungen müssen nach den Kernen zu zunehmen. Wie man sich diese Kernausfüllungen denken mag, ist dem „tektonischen Stilgefühl" jedes einzelnen anheimgestellt: wir wissen darüber nichts, und die von mir gegebene Darstellung geht natürlich über den Wert eines Schemas nicht hinaus.

Ganz hypothetisch sind natürlich auch die von mir als innerster Kern der Ketten gezeichneten „Salzkerne“.

Dagegen ist es von Wichtigkeit, dass wir im Juragebirge eine Reihe von Stellen kennen, wo wenigstens die obern Teile der Tiefentektonik zugänglich sind und uns tatsächlich die komplizierten Kernverhältnisse verraten: ich erinnere an die Klus von Moutier, wo unter dem ziemlich einheitlichen Malmblatte des Raimeux mehrere Doggerkerne (mindestens vier) auftauchen; auch der Grenchenbergtunnel hat uns in seinen Keuper-Liasabschnitten ein Stück Tiefentektonik offenbart. Ähnliches gilt, freilich in anderer Form, auch vom östlichen Jura, hier aber treten zu den faltenden Bewegungen die zahlreichen, gleich zu Beginn des Schubes aufreissenden streichenden Brüche bezw. die Überschiebungen.

Ein weiterer Grundzug des Juragebirges gelangt sodann in diesem Profil sehr schön zur Geltung, das ist die ziemlich regelmässige Zunahme der Dimensionen der Ketten nach Süden zu. Sie ist vor allem darin begründet, dass schon lange *vor* der Faltung die obere Grenze des Grundgebirges eine schwache südliche Neigung besessen hat. Zeitlich fällt diese Schiefstellung sicher in die Postmalmzeit, am ehesten ist sie wohl ans Ende der Kreide oder in den Beginn der Eocaenzeit zu verlegen; denn während des Eocaens (vielleicht schon noch während der Kreide) fand im Norden eine stärkere Abtragung der Malmsedimente statt als im Süden. Im Norden endet heute das Malmprofil mit dem Sequan, im Süden erst mit dem Portland; die Bohnerz- und Molassebildungen ruhen von N nach S immer jüngern Schichten auf.

Dieser Schiefstellung müsste man praktisch dann Rechnung tragen, wenn man im Schweizerjura nach im Grundgebirge steckenden Mulden der produktiven Steinkohlenformation bohren wollte. Die zum Entscheid notwendige Bohrtiefe wächst von Süden nach Norden. Die in dieser Hinsicht günstigsten Gebiete lägen also im Norden, und zwar da, wo möglichst tiefe Jurahorizonte bei wenig gestörten Lagerungsverhältnissen sich vorfinden. Aufpressungen alter Schichten in den Gewölbekernen als Ausgangspunkt für Bohrstellen zu wählen, wäre nach unsern heutigen Auffassungen gänzlich verkehrt.

Da endlich auch die Molassesedimentation im Süden mächtigere Sedimentmassen hinterlassen hat als im Norden, so musste schliesslich die pliocaene Jurafaltung ein von N nach S an Mächtigkeit wachsendes Sedimentbündel bewältigen, und damit wurde auch der Radius der Gewölbe von N nach S zu im allgemeinen ein immer grösserer.

Diese nach Süden zu wachsende Mächtigkeit der Sedimentdecke ist nun aber die Hauptursache dafür, dass ein „rückschreitender Gang der Faltung im Juragebirge“ eintreten musste (vergl. oben S. 218 und ff.). Es ist einleuchtend, dass der faltende Schub die Sedimenttafel zuerst an ihren dünnsten und schwächsten Stellen, d. h. also in ihren nördlichsten Abschnitten in Gewölbe und Mulden legte. Erst nachdem diese Falten einen gewissen Gegendruck nach Süden zu ausübten, erwuchs dem alpinen Schub die Kraft zur Überwindung der immer mächtiger werdenden Sedimentserie, bis schliesslich am Ende der Faltung, während der insubrischen Phase, nur noch eine Zusammenstauung der innersten Ketten, stellenweise unter Bildung von horizontalen Transversalverschiebungen, eintrat.

Nun verstehen wir auch, wenn der Innenrand des Jura, allgemein gesprochen, zusammenfällt mit dem Nordrand des von mächtiger Molasse erfüllten mittelschweizerischen Beckens. Hier im Süden war die Sedimentserie eben zu mächtig, als dass der alpine Druck ausgereicht hätte, sie zu falten. Das mittelschweizerische Molasseland wurde als mehr oder weniger starre Masse nach Nordwesten gepresst, sein durch weniger mächtige Molasse gekennzeichneter Nordwestrand schob sich immer mehr vor, gleichzeitig eine Kette nach der andern an das Juragebirge abgebend!

Wie aus den einleitenden Bemerkungen hervorgeht, sind der Konstruktion des Profils 2 zahlreiche Begehungen im Felde vorausgegangen, die namentlich der Feststellung des Schichtfallens in den Schenkeln der Ketten grösste Sorgfalt angedeihen liessen. Nicht revidiert ist einzig die Strecke nördlich der Lützel, die z. Z. ins elsässische Kriegsgebiet fällt. Da im Profil-Gebiet grössere Überschiebungen ganz fehlen und ferner das Rogensteinband durch Erosion fast gar nicht unterbrochen wird, so ist Profil 2 viel besser als andere, besonders östlicher gelegene geeignet, um durch einfaches Abmessen mit grosser Zuverlässigkeit den

Gesamtzusammenschub im Kettenjura

feststellen zu lassen. Die nachstehende Tabelle enthält die gefundenen Werte:

Gemessene Strecke	A. Abgewickelte Länge im Hauptrogenstein	B. Heutige Länge	C. Differenz A – B	D. Verhältnis von B : A in %
a) Balm-Ill . . .	58 km	47 km	11 km	81
b) Grenchen-Ill . .	46½ „	36 „	10½ „	77,4
c) Grenchen - Nordseite der Vellerat-kette	24 „	16 „	8 „	66,6

Zählen wir die durch die Jurafaltung in leichte Wellen gelegte Molassestrecke Grenchen-Balm mit zum Kettenjura, so resultiert eine Verkürzung auf rund $^4/_5$ der ursprünglichen Länge, lassen wir sie weg, so ist sie nur wenig mehr als $^3/_4$; im stärkst gefalteten Abschnitt aber beträgt sie $^2/_3$, womit wohl ein Maximalbetrag für den Kettenjura überhaupt erreicht sein dürfte. Der heutige Nordrand des Molasselandes bei Grenchen lag vor der Jurafaltung ca. 10 km weiter im Süden, ganz im Molasseland selber drin.

Endlich noch ein paar Worte über den Effekt der insubrischen Stauungsphase der Ketten, von der wir von früher her wissen, dass sie sich im Grenchenbergtunnelabschnitt besonders schön kundgibt.

Ein Blick auf das Profil zeigt uns, dass sie mit dem Graitery nicht erlischt: am Nordrand der Molassemulde von Moutier stossen wir wieder auf einen lotrecht aufgerichteten, stellenweise leicht überkippten Kettensüdschenkel; auch hier erscheint die Sedimentplatte der Muldensohle nordwärts unter das kleine Malmgewölbe hineingepresst. So prägt sich von Moutier zum Graiterysüdschenkel und zu dem des Grenchenbergs schrittweise eine immer kräftiger werdende Überkippung der Südschenkel aus und immer tiefer stechen die Molassemulden unter die Ketten ein!

Auch der Südschenkel der Vorburgkette zeigt bei Delsberg lotrechte Aufrichtung, und ist westlich von meinem Profiltracé, bei Develier-dessus, sogar deutlich überkippt. Es will mir aber zu kühn erscheinen, die insubrische Stauung auch für diese Erscheinung in Anspruch zu nehmen. Ich neige vielmehr der Ansicht zu, dass die Ketten nördlich des Delsbergerbeckens für sich eine leichte Stauung erfahren haben, bevor der faltende Schub übersprang an den Südrand des Beckens und dort eine Kette nach der andern angliederte.[17])

7. Schlussbemerkungen.

Am Ende meiner Ausführungen angelangt, drängt es mich, nochmals hervorzuheben, dass im Rahmen dieser kurzen Arbeit so manches Problem nur eben gestreift werden konnte, das erfordert und verdient hätte, in seinen weitern Konsequenzen verfolgt zu werden. Die eine und andere neue Auffassung ist in aphoristischer Kürze hingeworfen worden, vielfach ohne dass es möglich war, durch das Verwerten der Literatur oder das Herbeiziehen von Detailbeobachtungen das Gesagte zu stützen. Es sind der Fragen eben zu viele, die diese beiden neuen Juradurchstiche uns zu lösen aufgegeben haben; ihnen allen nachzugehen, hätte schliesslich nichts anderes geheissen, als eine Geologie des nordschweizerischen Juragebirges schreiben zu wollen. Das aber lag nicht in meiner Absicht. Noch gar viele Punkte bedürfen der Klärung, noch eine gewaltige Leistung an geologischer Feldarbeit erfordert die Zukunft von uns.

---

[17]) Auffallend ist, dass die auf genaue Mächtigkeitswerte sich stützende Profilkonstruktion im Delsbergerbecken eine ganz leichte Depression im Grundgebirgssockel ergeben hat, für die ich eine Erklärung nicht geben könnte. Wenn freilich unter den Ketten noch mächtigere Aufstauungen der tiefern Schichten stattgefunden haben als mein Profil annimmt, so kommt diese Depression in Wegfall. Vorläufig messe ich dieser Erscheinung keine weitere Bedeutung zu.

Gerade dieser Einblick in die Vielgestaltigkeit der Probleme aber ist mir auch zur Veranlassung geworden, in einer Reihe von Fragen den Ansichten entgegenzutreten, die *Alb. Heim* in letzter Zeit über Jurageologie ausgesprochen hat. Es ist nur selbstverständlich, dass *Alb. Heim*, der zur Zeit eine „Geologie der Schweiz" vorbereitet und bei der Gelegenheit auch den Problemen des Juragebirges näher getreten ist, bestrebt sein muss, die mannigfach wechselnden Erscheinungsformen desselben auf eine möglichst einfache Formel zu bringen. Allein mir will es scheinen, dass *Alb. Heim* auf diesem Wege viel zu weit gegangen ist. Der Jura ist nun einmal glücklicherweise nicht so einfach gebaut und lässt sich nicht so ohne weiteres in ein Schema einordnen. Die Fälle, wo z. B. im Juragebirge eine einwandfreie liegende Falte mit verkehrtem und reduziertem Mittelschenkel auftritt, sind sicherlich ganz dünn gesät; meist sehen wir in solchen Fällen Bruchüberschiebungen dazu treten, deren Anlage nur in einer sehr frühen Phase der Jurafaltung erfolgt sein kann. Das gilt nach den Erfahrungen vom Hauensteinbasistunnel sogar auch für die grösste Störung: die Überschiebung des Kettenjura im Baselbiet. Die beliebte, übrigens auch von mir früher angedeutete Aufstülpung des Tafeljurasüdrandes ist jedenfalls gänzlich ausgeblieben.

Wenn *Alb. Heim* in seinem 1915 in Genf gehaltenen Vortrag ausführt, *F. Mühlberg* habe ursprünglich seine „Überschiebungstheorie" des Kettenjura in einen Gegensatz zur „Faltentheorie" gestellt und sei erst später dazu gelangt, die Überschiebungen meist als gesteigerte, übertriebene Falten aufzufassen, so kann ich nur sagen, dass *Mühlberg's* ältere Anschauung mir für den östlichen Kettenjura zweifellos als die richtigere erscheint. Der Hauensteinbasistunnel redet da eine klare Sprache.

Auch die Ausführungen *Alb. Heim's* über die Brüche im Juragebirge geben zu allerlei Bedenken Anlass. Auffallen muss z. B. wie das Keilgrabenproblem gänzlich umgangen und nur von steilen, annähernd vertikalen Bruchflächen gesprochen wird. Hier steht *Heim* offenbar noch auf dem Standpunkte seines Schülers *Ed. Blösch,* den dieser freilich längst aufgegeben hat. Es kann sein, dass die von mir auf Grund meiner Beobachtungen aufgestellte Theorie der Keilgrabenbildung in der Zukunft in der einen und andern Weise modifiziert werden muss. Aber das Vorhandensein des Problems ist nun einmal durch vielfältige Tatsachen so klar erwiesen, dass wir uns wohl oder übel an dessen Lösung heranwagen müssen.

Ich trete auf weiteres nicht ein, nur einen Wunsch möchte ich aussprechen: Durch eine lange Reihe von Jahren ist mir bei meinem geologischen Schaffen im Juragebirge eigentlich nichts so eindrücklich geworden, als die nie zu erschöpfende Mannigfaltigkeit der tektonischen Probleme dieses so wunderbar gegliederten Gebirgszuges. So möchte ich denn hoffen, dass die Vielfältigkeit der Erscheinungen auch in dem Buche zum Ausdruck gelangen werde, das bestimmt sein soll, einen Überblick über den derzeitigen Stand der „Geologie der Schweiz“ zu geben.

Basel, Dezember 1915—Oktober 1916.

Bericht über das Basler Naturhistorische Museum für das Jahr 1915.

Von

Fritz Sarasin.

Die infolge der baulichen Veränderungen notwendig gewordenen Verschiebungen von Sammlungen und von Arbeitsräumen, von denen schon im letzten Jahresbericht die Rede gewesen ist, haben auch in diesem Jahre viel Zeit und Arbeit in Anspruch genommen. Schon im Vorjahr haben zwei Zimmer der Entomologischen Sammlung hinter der Aula wegen der Erstellung des neuen Treppenhauses für den Ethnographischen Anbau geräumt werden müssen, in diesem Jahre auch die entomologischen Arbeitszimmer und der Raum, der die Riggenbach'sche Schmetterlingssammlung, die Korallen, Echinodermen u. s. w. enthielt. Vorübergehend wurden die Schränke aus diesen Räumen in der Aula deponiert. Gegen Jahresschluss konnte die Entomologie ihre nun neu hergerichteten Räume wieder beziehen, und im Laufe des nächsten Jahres wird die Insektensammlung dem Publikum wieder zugänglich gemacht werden können. Der im letzten Bericht erwähnte Kellerraum für Spiritus-Materialien konnte in höchst erfreulicher Weise bedeutend vergrössert werden, indem anschliessend daran ein neuer Kellerraum gewonnen wurde und zwar unterhalb der Eingangshalle zum Ethnographischen Flügel. Diese Eingangshalle ist durch Verschmelzung der beiden früher von der Reptilien- und Fischsammlung eingenommenen Räume und Erhöhung derselben bis zum Boden der Aula mittelst Entfernung des Entresols gewonnen worden; unterhalb davon befand sich ein Hohlraum, der noch die amphitheatralisch angelegten gemauerten Stufen des ehemaligen Schönbein'schen Hörsaales erkennen liess. In diesem neu hergerichteten, mit Schäften und elektrischer Beleuchtung versehenen Kellerraum hat der Custos, Herr Dr. *J. Roux*, die Fische und die wirbellosen Tiere, soweit sie in Spiritus aufbewahrt sind, systematisch geordnet, untergebracht. Die ganze neue Kellereinrichtung ist für den Betrieb der Zoologischen Sammlung von unschätzbarem Werte, indem dort alle die vielen wissenschaftlichen Studienmaterialien, die dem Publikum nicht ausgestellt werden, in übersichtlicher und leicht zugänglicher Weise angeordnet werden können.

Die *Laboratoriumsfrage* des Naturhistorischen Museums hat auch in diesem Jahre noch keine definitive Erledigung gefunden. Wohl wurde uns am 21. Dezember 1914 vom Tit. Erziehungsdepartement der Beschluss des h. Regierungsrates mitgeteilt, dass in der ehemals Wittmer'schen Liegenschaft zum „Weissen Bären“ der frühere Maschinensaal und die den im Rollerhof bisher benützten Lokalen entsprechende Anzahl Räume für Museumszwecke überlassen werden sollen, in der Meinung, dass später je nach Bedarf weitere Räume zur Verfügung gestellt werden können. Dafür sei der Rollerhof zu räumen und dem Staate wieder zurückzugeben. Hierauf wurde von unserer Seite eine detaillierte Aufstellung unserer Raumbedürfnisse und ein Vorschlag, wie am zweckmässigsten die genannte Liegenschaft für Museumszwecke verwendet werden könnte, eingegeben, wobei betont wurde, dass wenn der mit unseren Sammlungen ganz angefüllte Rollerhof dem Staate zur Benützung zurückgegeben werden solle, das ganze Haus zum „Weissen Bären“ der Naturwissenschaft überlassen werden müsste. Eine gründliche Untersuchung dieser Liegenschaft durch Architekten führte zu dem unerfreulichen Ergebnis, dass die Instandstellung des in vielen Teilen baufälligen Hauses eine unerwartet hohe Summe beanspruchen werde. Wir wurden daher vom Erziehungsdepartement durch Schreiben vom 25. Oktober 1915 eingeladen, unsere Raumbedürfnisse einer Revision zu unterziehen und anzugeben, welches die dringendsten Desiderata seien. Die Kommission hat über diese Frage eine Sitzung abgehalten, als deren Ergebnis dem Erziehungsdepartement am 24. November geantwortet wurde, dass das dringendste Bedürfnis unbedingt die Einrichtung der Dienerwerkstätte im früheren Maschinensaal des „Weissen Bären“ sei, dass ferner der erste Stock des Rollerhofes sofort geräumt werden könne, wenn die neben dem Maschinensaal auf gleichem Niveau gelegenen und gegenwärtig von den Kriegsnothilfebureaux benützten Räumlichkeiten der Osteologischen Sammlung als Magazin zur Verfügung gestellt werden, und dass endlich von unserer Seite vorderhand auf den zweiten Stock des „Weissen Bären“ verzichtet werde, falls die Geologischen Sammlungen die von ihnen im Rollerhof eingenommenen Räume, Parterre und II. Stock, behalten könnten. Es wurde beigefügt, dass später nach Auszug der Kunstsammlung aus dem Museum der grösste Teil der Geologischen Sammlung, sowie deren Arbeitszimmer, in diesem Aufnahme finden werden, wonach auch das Parterre des Rollerhofes der Regierung wieder zur Verfügung stehe. Dagegen hätte eine genaue Berechnung ergeben, dass für die im zweiten Stock des Rollerhofes befindliche Sammlung geologischer Belege aus Indien auch nach Auszug der Kunstsammlung im alten Museum nicht genügend Raum vorhanden sei, so dass diese je nach dem Entscheid der Regierung, entweder da, wo sie jetzt sei, verbleiben oder in einen Teil des zweiten Stockes des Hauses zum „Weissen Bären“ übergeführt werden müsse.

Die regulären Beiträge des *Staates* und des *Museumsvereins* sind auch in diesem Kriegsjahre die üblichen geblieben, wogegen uns die *Gesellschaft des Guten und Gemeinnützigen* wegen anderweitiger dringender Inanspruchnahme nur die Hälfte ihres sonst gewohnten jährlichen Zuschusses gewähren konnte. Wie immer, so hat uns unser treuer Gönner, der *Freiwillige Museumsverein,* auch dieses Jahr mit reichen Gaben beschenkt, nämlich mit Fr. 1000.— zum Ankauf einer ausserordentlich grossen und schönen Amethystplatte aus Brasilien und mit Fr. 600.— an den Ankauf der von Herrn Prof. *C. Schmidt* angelegten Sammlung schweizerischer Nutzmineralien. Der Zinsertrag der *Rütimeyer-Stiftung* kam der Osteologischen Abteilung zugute. Im ganzen Museumsbetrieb war dieses Jahr die grösste Sparsamkeit geboten, weil die Zuschüsse der Allgemeinen Museumskommission an die Installationsbedürfnisse der Sammlungen, infolge des fast völligen Ausfalls der Eintrittsgebühren, eine ausserordentlich starke Reduktion erfahren mussten.

Im Mitgliederbestande unserer Kommission ist keine Änderung eingetreten. Zu unserem Bedauern hat Herr Prof. *F. Zschokke* wegen anderweitiger Belastung das während langer Jahre mit grösster Sorgfalt geführte Amt eines Sekretärs niedergelegt, worauf an seiner Stelle von der Kommission Herr Dr. *H. G. Stehlin* als Schriftführer bezeichnet wurde. Zum 70. Geburtstag unseres Mitgliedes, Herrn Dr. *A. Gutzwiller,* hat die Kommission es sich nicht nehmen lassen, dem Jubilar eine Adresse zu überreichen, in der sie ihrem Dank für die langjährige, der Quartär-, Tertiär- und fossilen Pflanzensammlung unseres Museums gewidmete, wertvolle Arbeit Ausdruck gab.

Zoologische Sammlung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *Fritz Sarasin.*)

Säugetiere. Unter den Ankäufen ist der bemerkenswerteste der eines erwachsenen männlichen Nasenaffen von Borneo, *Nasalis larvatus* Wurmb., eines ausserordentlich stattlichen Exemplars dieser bizarren Tiergestalt; weiter sei erwähnt eine Gruppe melanotischer Formen der Schärmaus, *Arricola sherman exitus* Mill., aus dem Baselbiet. Der Rest des für Säugetiere etwa verfügbaren Kredites musste für Aufstellungsarbeiten und ähnliches verwandt werden. Dafür sind eine Reihe willkommener Geschenke eingegangen: Malayische Säugetiere durch die Herren Dr. *W. Bernoulli* und Dr. *S. Schaub,* eine Gruppe junger Löwen durch Herrn Ing. *Ed. Riggenbach,* drei Nester der Zwergmaus durch Herrn *E. Schmutz,* Säugetiere verschiedener Provenienz durch Herrn *Mayer-Walter,* Herrn *J. Stuber* und die Direktion des *Zoologischen Gartens;* unter den letzteren mag ein schönes weibliches Exemplar der Sumpfantilope, *Limnotragus gratus* Scl., erwähnt sein. Endlich erhielten wir von einem Freund der Sammlung ein aufgestelltes Exemplar des südamerikanischen Mähnenwolfs, *Chrysocyon jubatus* Desm., vom Rio San Lorenzo, Matto Grosso, geschenkt. Diese unproportioniert hochbeinige, seltsame Hundeform ist in den Sammlungen immer noch eine Rarität. Der Gesamtzuwachs an neuen Säugetieren betrug 4 Gattungen und 7 Arten.

Vögel. In der Vogelsammlung hat der Vorsteher nach der von *Sharpe* herausgegebenen Handlist of the Genera and Species of Birds eine Zählung des Bestandes vorgenommen. Diese Handlist kennt 2608 Gattungen lebender Vögel. Von diesen besitzt unser Museum 1412 mit 2799 Arten. Von den 165 Vogelfamilien sind bei uns 7 nicht vertreten, nämlich die *Chionididae, Eurypygidae, Indicatoridae, Atrichornithidae, Chamaeidae, Catamblyrhynchidae* und *Paramythiidae.* Es wird unsere nächste Aufgabe sein, diese Lücken in den Familien auszufüllen und weiterhin die Zahl der fehlenden Gattungen zu verringern.

A. Menegaux am Museum von Paris hat ein Verzeichnis der im Aussterben oder richtiger in Ausrottungsgefahr befindlichen Vogelarten aufgestellt. Unser Museum enthält davon 26, zur Hälfte etwa von früher her, zur andern als Ankäufe der letzten Jahre. Um nicht selber zur Vernichtung dieser Arten beizutragen, hat es sich der Vorsteher zur strengen Regel gemacht, nie mehr als ein Pärchen dieser seltenen Formen anzuschaffen. Wenn alle Museen in dieser schonenden Weise vorgehen würden, wäre für viele Arten die Vernichtungsgefahr bedeutend verringert. Es ist auch dieses Jahr wieder einer der in Menegaux' Liste als ein moriturus aufgeführter Vogel, der herrliche Inselpapagei von Dominica (Guadeloupe), *Amazona imperialis* Richmond (= *Chrysotis augusta*), wohl die schönste Form dieser artenreichen Gattung, angeschafft worden, weiter von Seltenheiten 4 bisher noch nicht vertretene Rallengattungen von den Andaman-Inseln, Neu-Guinea und Süd-Amerika.

In der schweizerischen Sammlung kam in besonderer Vitrine eine neue biologische Gruppe zur Aufstellung, das sonderbare Nest der Elster mit männlichem und weiblichem Vogel. Das Nest stammt von einer Eiche bei Reinach und wurde von Herrn *A. Wendnagel* geschenkt. Mit der Aufstellung und Ausschmückung dieser Gruppe hat sich der Custos, Herr Dr. *J. Roux,* viel Mühe gegeben; er hat auch eine Reihe weiterer solcher lehrreicher Gruppen in Arbeit. Von bemerkenswerten schweizerischen Eingängen seien noch erwähnt ein Zwergreiher, *Ardetta minuta* (L.), aus dem Wauwiler Moos, geschenkt von Herrn *F. Hübsch,* Brandente, *Tadorna tadorna* (L.), vom Untersee und ein Schlangenadler, *Circaëtus gallicus* (Gm.), aus dem Engadin, Geschenk vom Zoologischen Garten. Weiteres (siehe die Geschenkliste) verdanken wir den Herren *K. Dreher, C. Heierle,* Dr. *J. Roux, E. Schmutz* und *A. Wendnagel,* alle in Basel.

Reptilien und Amphibien. Der Zuwachs dieser Abteilung an bisher noch nicht vertretenen Formen betrug dieses Jahr nur 3 Gattungen und 16 Arten, von denen die meisten angekauft, einige uns aus der Sammlung der Zoologischen Anstalt durch Herrn Prof. *F. Zschokke* freundlichst überwiesen wurden. Unter den Schenkern erwähnen wir in erster Linie Herrn *R. Graber,* der uns ein grosses Material von 30 Arten in vielen Exemplaren übergab, lauter Tiere, die er in seinen Terrarien gepflegt hatte. Besonders willkommen für unsere Sammlung waren darunter verschiedene Farbvarietäten einheimischer Schlangen und ausgezeichnet schöne, erwachsene Exemplare der Texas-Klapperschlange, *Crotalus confluentus atrox* Say, sowie von Herrn *Graber* selbst gezüchtete Junge dieses gefährlichen Gastes. Dass wir auch dieses Jahr den Terrarien von Herrn *G. Müller-Bovet* und des *Zoologischen Gartens* manchen Zuwachs verdanken, ist selbstverständlich. Auch die Grenzbesetzung hat ihre Früchte getragen, indem zwei Offiziere unserer Armee, die Herren Hauptmann *A. Linder* und Oberlieut. *L. G. Vallette* ihre Mussezeit im Tessin auf den Fang dortiger Schlangen verwandten. Endlich haben uns die Herren *L. Paravicini* und Dr. *W. Vischer* jun. von ihren Reisen in Chile und Paraguay einige Kriechtiere mitgebracht. Der Tauschverkehr mit ausländischen Museen, der uns sonst stets reichen Zuwachs brachte, hat dieses Jahr infolge der kriegerischen Verwicklungen ganz versagt. Einige columbische Arten aus der Ausbeute des Herrn Prof. *O. Fuhrmann* wurden vom Neuenburger Museum eingetauscht.

Fische. Die Vermehrung dieser Abteilung stand dieses Jahr fast still; 21 Arten verdanken wir der Zoologischen Anstalt, überwiesen durch Herrn Prof. *Zschokke,* einiges weitere den Herren *R. Graber* und *A. Urech.* Die Zahl der für uns neuen Arten beträgt bloss 7.

Wirbellose Tiere. Fast den ganzen Zuwachs verdanken wir Schenkungen. Schweizerische Mollusken, Würmer, Myriapoden und Spinnen aus den Kantonen Wallis, Tessin, Graubünden und Basel wurden uns von den Herren Dr. *W. Bigler,* Dr. *G. Bollinger,* Dr. *F. Heinis,* Dr. *J. Roux,* cand. phil. *H. Schnitter* und Lehrer *F. Zwicky* überwiesen, ausländische Materialien von den Herren Prof. *H. Blanc* in Lausanne (Süsswasserkrabben von Ceylon und Sumatra), Drs. *P.* und *F. Sarasin* (Süsswassermollusken von Celebes, Typen von 29 Arten), Dr. *Felix Speiser* (Krebse von den neuen Hebriden) und Dr. *W. Vischer* jun. (Skorpione, Krebse und Würmer aus Zentral-Paraguay). Einiges weitere wurde eingetauscht, darunter aus der Reiseausbeute Prof. *O. Fuhrmanns* in Columbien ziemlich umfangreiche und für uns neue Serien von Süsswasserkrabben, Landisopoden, Myriapoden, Spinnen, Hirudineen und Süsswasserplanarien.

Die in der Sammlung ausgeführten Arbeiten waren zu einem guten Teil bedingt durch die eingangs erwähnten baulichen Veränderungen. So wurde die Gelegenheit der notgedrungenen Umräumung der Insektensammlung von Herrn Dr. *Roux* benützt, um zusammen mit Herrn *Hans Sulger*, dem langjährigen treuen Hüter dieser Abteilung, eine gründliche Revision vorzunehmen und eine übersichtliche Ordnung in die Bestände von Doubletten und noch unbestimmten Materialien zu bringen. Daneben fand der Custos noch Zeit, seine Revision und Katalogisierung der Crustaceen weiterzuführen und, wie oben schon erwähnt, eine Anzahl von Vogelgruppen mit ihren Nestern zusammenzustellen. In der Molluskensammlung hat Herr Dr. *G. Bollinger* die Revision und Katalogisierung der ganzen Pulmonaten-Ordnung zu Ende geführt, ferner die Süsswasser-Mollusken von Celebes, darunter viel Spiritusmaterial, katalogisiert und eingereiht. Herr Dr. *W. Bigler* bearbeitete die von ihm im Sommer 1914 im schweizerischen Nationalpark gesammelten Myriapoden, wobei sich manches neue gefunden hat und die Kenntnis wenig bekannter Genera gefördert werden konnte. Die Sachen wurden der Museumssammlung einverleibt. Ferner wurde die reiche Cotypenserie columbischer Arten, die wir Herrn Prof. *Fuhrmann* verdanken, katalogisiert und im neuen Keller die Myriapodengruppe systematisch geordnet, als Grundlage für spätere wissenschaftliche Arbeit.

Studienmaterial aus der Zoologischen Sammlung wurde ausgeliehen an die Herren Dr. *J. Büttikofer* in Rotterdam (Celebes-Affen) und an Herrn Prof. *O. Fuhrmann* in Neuenburg (Vermes). Führungen veranstalteten die Herren Dr. *Bollinger, v. Janicki* und *Roux*. Vielfach wurde in der Sammlung von Zeichnern und von Zeichenkursen gearbeitet.

Über Materialien der Zoologischen Sammlung sind in diesem Jahre folgende 14 Arbeiten erschienen:

G. Bollinger, Süsswassermollusken von Celebes, Rev. Suisse de Zool., vol. 22.

J. Roux, Sur les Potamonides qui habitent l'île de Ceylan, ibid., vol. 23.

J. Roux, Note sur les Potamonides de l'île de Célèbes, ibid., vol. 23.

Ed. Chevreux, Amphipodes de la Nouvelle-Calédonie et des îles Loyalty, Nova Caledonia, Zool., vol. 2, livr. 1.

M. Weber et *L. F. de Beaufort*, Les Poissons d'eau douce de la Nouvelle-Calédonie, ibid.

A. v. Schulthess, Hymenopteren von Neu-Caledonien und den Loyalty-Inseln, ibid.

F. Ris, Libellen (Odonata) von Neu-Caledonien und den Loyalty-Inseln, ibid.

F. Silvestri, Thysanura della Nuova Caledonia e delle Isole Loyalty, ibid., livr. 2.

N. und K. Holmgren, Termiten aus Neu-Caledonien und den benachbarten Inselgruppen, ibid.

C. Walter, Les Hydracariens de la Nouvelle-Calédonie, ibid.

L. Chopard, Gryllidae de la Nouvelle-Calédonie et des îles Loyalty, ibid.

J. Carl, Phasmiden von Neu-Caledonien und den Loyalty-Inseln, ibid.

Th. Stingelin, Cladoceren von Neu-Caledonien, ibid.

O. Fuhrmann, Description d'un nouveau Trématode (*Aporchis segmentatus* n. sp.), parasite de *Sterna bergii* Licht., ibid.

Entomologische Abteilung.

(Bericht des Vorstehers, Prof. *L. G. Courvoisier*.)

Die entomologische Sammlung hat durch die eingangs erwähnten baulichen Veränderungen ganz besonders zu leiden gehabt; immerhin ist die Gelegenheit der vollständigen Ausräumung aller Bestände benützt worden, um eine Reihe seit langer Zeit wünschbarer Ordnungsarbeiten vorzunehmen. Mit Rücksicht auf die knappen Finanzen ist nur eine einzige Anschaffung gemacht worden und zwar die einer schönen Falterserie aus dem Tessin. Geschenke verdanken wir Herrn *Mayer-Walter* (Schmetterlinge aus Brasilien), Frau Witwe *Mory* (Coleopteren), Herrn *E. Schmutz* (Malakka-Schmetterlinge), Herrn Drs. *F. S.* und *J. Roux* (caledonische Materialien, darunter Typen vieler neuer Arten), Herrn Dr. *F. Speiser* (Insekten von den Neuen Hebriden) und Dr. *W. Vischer* jun. (Schmetterlinge aus Paraguay).

Osteologische Abteilung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *H. G. Stehlin*.)

Während die osteologische Abteilung im Jahre 1914 dank den sieben Friedensmonaten noch einen annähernd normalen Jahreszuwachs verzeichnen konnte, hat sie im Jahre 1915 den Krieg sehr zu spüren bekommen. Viele unserer Bezugsquellen sind versiegt und werden es bis auf weiteres bleiben.

Die Abteilung hatte das Jahr mit einem Defizit von Fr. 2000.— angetreten, das von einem grossen im Jahre 1913 abgeschlossenen Ankauf pliocäner Fossilien von Senèze herrührt. Die bestehende Situation wurde benützt, um diese Schuld zu tilgen. In verdankenswerter Weise liess sich der Freiwillige Museumsverein bereit finden, die Hälfte der Summe zu übernehmen; die andere Hälfte konnte aus den Zinsen der Rütimeyer-Stiftung gedeckt werden.

Wenn die Vermehrung schon hinter derjenigen früherer Jahre zurückbleibt, so ist sie doch, wie die folgende Aufzählung zeigt, keineswegs geringfügig.

Im *Mitteleocän* von Egerkingen wurde die seit 1912 im Gange befindliche Ausgrabungskampagne fortgesetzt. Die diesjährige Ausbeute kommt derjenigen der Jahre 1912—1914 nicht gleich, bedeutet aber gleichwohl eine sehr schätzenswerte Vermehrung unserer Bestände.

Die *oligocänen* und *miocänen* Serien wurden vermehrt durch Belegstücke von einer Reihe von schweizerischen Fundorten, grösstenteils Geschenke, welche in der Geschenkliste aufgeführt sind. Hervorzuheben ist ein Kieferchen von *Cricetodon minus* Lartet aus dem mittelmiocänen Süsswasserkalk von Zeglingen, das wir Herrn Dr. *F. Leuthardt* verdanken. Eine schöne Mandibel von *Prodremotherium elongatum* Filhol aus dem Stampien von Bumbach und einige Knochen von derselben Lokalität wurden angekauft. An Dokumenten von ausländischen Fundorten aus diesen Stufen gingen bloss ein: eine Serie Säugetierreste aus dem Aquitanien von Paulhiac (Lot et Garonne), geschenkt von Herrn *Leopold Malbert* daselbst und der Gipsabguss einer Mandibel aus dem Vindobonien von Palencia (Castilien), welche ein für Europa neues Artiodactylen-Genus anzeigt, geschenkt von Herrn Prof. *Hernandez-Pacheco* in Madrid.

Unser verdienter Korrespondent, Herr Pfarrer *H. Iselin,* hat seine Sammeltätigkeit im *Pliocän* vom Val d'Arno und im *Pleistocän* vom Val di Chiana unverdrossen fortgesetzt. Aus den reichen Materialien, welche er aus ersterem Fundgebiet eingesandt hat, sind besonders hervorzuheben: ein Schädel von *Hyaena robusta* Weithofer, eine Mandibel einer für uns neuen Hasenart, *Lepus etruscus* Bosco und diverse interessante Belegstücke von *Sus Strozzii* Major, *Bos etruscus* Falc., *Rhinoceros etruscus* Falc., *Canis etruscus* Major, *Ursus etruscus* Cuvier. Val di Chiana hat unter anderm einen schönen Oberkiefer von *Elephas primigenius,* der eine längst empfundene Lücke in unserer Sammlung ausfüllt, und den wohlerhaltenen Gehirnschädel eines weiblichen *Bos primigenius* geliefert.

Aus der Niederterrasse am Dreispitz sind ein Zahn von *Rhinoceros tichorhinus* und ein Geweihfragment von *Rangifer tarandus* eingegangen.

Für die Sammlung *rezenter Osteologica* ist ein Skelett von *Nasalis larvatus* Wurmb. angeschafft worden. Herr Dr. *Walter Bernoulli* hat derselben von Borneo einen Schädel derselben Species, sowie ein Skelett von *Hylobates leuciscus* mitgebracht und ihr ausserdem dreissig osteologische Präparate, meist von einheimischen Arten, übergeben. Andere Gaben spendeten die Herren Dr. *H. Helbing, Rud. Graber* und die Direktion des *Zoologischen Gartens* (s. die Geschenkliste).

Herr Dr. *P. Revilliod* hat wie bisher den Katalog der rezenten Osteologica weitergeführt. Die Montierung fossiler Säugetierskelette ist dank dem Eifer der Herren Drs. *S. Schaub* und *H. Helbing* und mit Hilfe eines staatlichen Extrakredites von Fr. 500.— um ein schönes Stück weiter gefördert worden. Das im letzten Jahre zugerüstete Skelett eines *Equus stenonis* Cocchi von Senèze ist fertig montiert, ebenso dasjenige eines *Machaerodus cultridens* Cuvier von derselben Lokalität, sodass die Zahl der montierten Skelette fossiler Säugetiere gegenwärtig acht beträgt. Ferner sind zwei Schädel von *Rhinoceros etruscus* Falc. von Senèze und der neueingegangene Hyänenschädel aus Val d'Arno aufgestellt worden.

Allen drei genannten Herren sei für ihre Leistungen unser verbindlichster Dank ausgesprochen.

Einige fossile Equidenmaterialien unserer Sammlung haben Berücksichtigung gefunden in der im Berichtsjahre erschienenen Arbeit von *W. v. Reichenau,* Beiträge zur näheren Kenntnis fossiler Pferde aus dem deutschen Pleistocän etc., Abhandlungen der grossherzogl. hessischen geologischen Landesanstalt zu Darmstadt, Band VII.

Geologische Sammlung.

A. Petrographische und Indische Abteilung.

(Bericht des Vorstehers, Prof. Dr. *C. Schmidt.*)

a) Die *Sammlung alpiner Gesteine* hat Vermehrung erfahren durch Herrn Prof. *H. Preiswerk,* der seine Untersuchungen im nördlichen Tessin im Auftrag der Schweiz. Geologischen Kommission weiterführte und interessante Ganggesteine gelegentlich militärischer Sprengarbeiten am Monte Cenere entdeckte. Schöne Suiten von Gesteinen sammelte Herr Prof. *A. Buxtorf* mit Studenten im Gebiet des Lötschbergtunnels und mit Dr. *Werdmüller* im Saastal, Herr Prof. *C. Schmidt* mit Dr. *F. Müller* im Borgnetal.

b) *Lagerstättensammlung.* Herr Dr. *J. Stauffacher* hat eine eingehende Untersuchung des Goldgangdistriktes von Altenberg in Schlesien durchgeführt. Seine Arbeit ist als Dissertation in der Zeitschrift für praktische Geologie veröffentlicht worden. Ebenda hat Herr Prof. *C. Schmidt* seine Untersuchung des Gelbbleierzlagers von Garmisch erscheinen lassen. Eine erneute, gemeinsam mit Dr. *Bernoulli* ausgeführte Reise bot Gelegenheit, weitere schöne Stücke vom Höllental und namentlich krystallisierte Wulfenite von Imst und von Nassereit etc. zu sammeln.

Als Gegenstück zu den bituminösen Schiefern von Meride am Luganersee sammelten *C. Schmidt* und *W. Bernoulli* die altbekannten Fischschiefer von Seefeld bei Innsbruck (Gesteinsproben, Asphalt, Platten mit Ganoiden). Endlich wurden im Herbst dieses Jahres von Prof. *Schmidt* und *O. Gutzwiller* die Untersuchungen der spanischen Salzlagerstätten in Catalonien, Aragonien und Valencia wieder aufgenommen und dabei reiches Material zusammengebracht.

Die *Indische Sammlung* ist wiederum durch die Herren Dr. *A. Tobler* und Dr. *van Rheden* besorgt worden. Der erstere berichtet darüber das folgende: Das von ihm in Djambi gesammelte *petrographische Material* (vgl. Jahresbericht pro 1913), alle 600 von Dr. *Niethammer* und Prof. *Söllner* untersuchten Gesteine umfassend, wurde definitiv geordnet. Die im letzten Jahresbericht schon erwähnte Untersuchung der palaeozoischen Fossilien, die von den Herren Dr. *O. E. Meyer* und Dr. *E. Meister* in Breslau übernommen worden ist, hat leider wenig Fortschritte gemacht, da beide Herren in den Militärdienst einrücken mussten. Dr. *Meyer,* der erst im Herbst mobilisiert wurde, hat an Hand der bis jetzt untersuchten Fossilien folgende Stufen unterscheiden können: *Untere Neodyas,* Material von Sungi Selajan, Fundort a, und Poeloe Bajoer, *obere Palaeodyas,* Material von Sungi Selajan, Fundort b, und Batoe Mintjada und wahrscheinlich *unteres Untercarbon* (Tournay-Stufe), Material von Sungi Landak.

Als neuer Mitarbeiter für die Untersuchung des palaeontologischen Djambimaterials ist Herr Prof. Dr. *F. Frech* in Breslau gewonnen worden, der die Bearbeitung der mesozoischen Korallen von Rantau Kelaso, Sgi. Manau und Ma. Betoeng übernommen hat. Besonders dankenswert ist die erfolgreiche Mitwirkung von Herrn Dr. *E. Baumberger.* Seine Untersuchung der Kreidefossilien aus Djambi (Poboengo und Bkt. Telasi) ist dem Abschluss nahe.

Herr Dr. *van Rheden* hat eine vorläufige Ordnung und Etikettierung seiner Sammlungen (Material aus den kleinen Sunda-Inseln und Malakka) vorgenommen. Er hat daraus eine 85 Nummern umfassende Suite von Demonstrationsstücken für allgemeine Geologie ausgeschieden und samt zugehörigem Katalog der Indischen Sammlung zum Geschenk gemacht. Ferner schenkte er dem Museum eine Suite von Perm- und Triasfossilien von Timor, Allor und Rotti und eine solche von Tertiärgesteinen von Britisch Nord-Borneo. Die Untersuchung seiner Sumbawagesteine wurde fortgesetzt. Ihre Übergabe an die Sammlung wird nach Erscheinen der Publikation erfolgen.

Endlich wurde von Herrn Dr. *Reinhard,* z. Zt. in Venezuela, eine Suite von foraminiferenführenden Tertiärgesteinen aus Britisch Nord-Borneo geschenkt.

B. Alpin-sedimentäre Abteilung.

(Bericht des Vorstehers, Prof. *A. Buxtorf.*)

Von Geschenken an die Abteilung erwähnen wir ein schönes Exemplar von *Nautilus neocomiensis* d'Orb. aus der unteren Kreide des Wallensees von Herrn stud. phil. *Alfr. Rittmann,* ferner Rhätversteinerungen aus dem Lauterbrunnental und eine Suite von Gesteinsproben und Fossilien eines Nummuliten führenden Konglomerats von Beckenried, gesammelt vom Vorsteher. Eine Reihe Versteinerungen aus dem Lias und dem Tithon der Freiburgeralpen und aus Kreide und Eocän der helvetischen Alpen am Thunersee wurde käuflich erworben. Die Ordnungsarbeiten konnten in diesem Jahre wegen anderweitiger Inanspruchnahme des Vorstehers, namentlich durch die Bearbeitung der Materialien aus dem Hauenstein-Basistunnel, nicht gefördert werden. Zu wissenschaftlicher Benützung wurden einige von Herrn Ratsherr *Peter Merian* bei Mendrisio gesammelte Versteinerungen an Herrn Prof. *H. Schardt* in Zürich ausgeliehen.

C. Mesozoisch-Jurassische (ausseralpine) Abteilung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *E. Greppin.*)

Das Berichtsjahr steht, was den Zuwachs der Sammlung betrifft, dem letztjährigen wenig nach. Unsere Fossilserien aus dem Hauenstein-Basistunnel sind durch Ankauf beträchtlich vermehrt worden; namentlich ist ein bisher wenig beachteter Horizont im Hangenden der Sauzeischichten durch eine Reihe schöner Stücke gut dokumentiert. Von Herrn Prof. *A. Buxtorf* erhielten wir unter anderem ein Prachtexemplar von *Ctenostreon ingens* Gr. aus dem Terrain à Chailles bei Develier, Fossilien aus dem Rhät des Limmernbaches bei Mümliswil, aus dem Gansingerdolomit der Neuen-Welt, aus der Lettenkohle der Ergolz und (gemeinsam mit Herrn Bauführer *Hess*) ein sehr schönes Faciesstück aus dem oberen bunten

Keuper von Vorder-Bilstein bei Waldenburg. Von Herrn Dr. *E. Baumberger* Fossilien aus dem Portlandien von Reuchenette und Lengnau, aus dem Kimméridien von Matzendorf und aus den Kieselknollen der Huppergrube der Rickenbachermühle bei Hägendorf. Von Herrn Dr. *Frz. Leuthardt* zwei Gesteinsplatten, bedeckt mit *Cainocrinus andreae* Des. aus der Umgebung von Reigoldswil. Weitere Zuwendungen gingen ein von Herrn Dr. *Th. Engelmann,* Herrn *de Grossouvre* und dem Vorsteher (siehe die Geschenkliste).

Das Projekt eines Friedhofes im Hardwald brachte es mit sich, dass zur Beurteilung der Bodenbeschaffenheit des Untergrundes Sondierlöcher bis zu einer Tiefe von mehr als 10 Metern angelegt wurden. Herr Dr. *K. Strübin,* welcher diese Arbeiten verfolgte, übergab unseren Sammlungen eine Serie von Proben aus den bei diesen Arbeiten durchfahrenen Schichten, bestehend aus Schottern verschiedenen Alters und aus Dolomiten des oberen Muschelkalkes (Trigonodusdolomit).

Trotz der gegenwärtigen schweren Zeit haben die Fossilsendungen aus der Normandie doch nicht ganz versagt, und es ist eine solche unverhofft in Basel angelangt. Neben den immerwiederkehrenden Formen enthielt dieselbe drei *Cardioceras*arten aus dem oberen Oxford, welche für unsere Sammlungen neu gewesen sind.

Die wichtigste Arbeit, welche im Berichtsjahre zur Ausführung gelangt ist, bezieht sich auf die Sichtung, Bestimmung und Einordnung des bedeutenden Spongienmaterials, welches im Laufe der Jahrzehnte sich angesammelt hatte.

Herr Dr. *Oppliger,* ein ausgezeichneter Kenner dieser Tierklasse, hatte die Güte, unsere sämtlichen Juraspongien zu durchgehen und zu bestimmen, wofür wir ihm zu grösstem Danke verpflichtet sind.

Der Bestand der Juraspongien zählt nicht weniger als 1370 Stücke, welche 104 Arten und 32 Gattungen repräsentieren. Die geologischen Horizonte, aus welchen diese Spongien stammen, sind nicht sehr zahlreich; es sind dies das Terrain à Chailles, das Glypticien, die Birmensdorfer-, Crenularis- und Badenerschichten. Bei der Bearbeitung gelang es, 21 Stücke als Originalien des *Knorr*'schen Werkes: *Die Naturgeschichte der Versteinerungen* aus dem Jahre 1769 zu identifizieren.

Herr Dr. *Oppliger* hat das umfangreiche Material in seinen wissenschaftlichen Arbeiten verwendet und in seiner Monographie über die Spongien der Birmensdorferschichten des Schweizerischen Jura (Abh. d. Schweiz. pal. Ges., Bd. 40) etliche Stücke als Artentypen zur Abbildung gebracht.

In früheren Berichten wurde bereits darauf hingewiesen, dass die in den mesozoischen Sammlungen niedergelegten Originalien sich bedeutend vermehrt haben und zwar seit der Publikation des Kataloges vom Jahre 1903 um nicht weniger als 543 Stücke. Der heutige Originalienbestand hat die ansehnliche Höhe von 2312 Arten erreicht.

Dieser erfreuliche Zuwachs rührt besonders von den Ankäufen grösserer Sammlungen her, welche durch die überaus dankenswerte Unterstützung des Freiwilligen Museumsvereins möglich geworden sind. Ferner wurden aber auch bei der Neubestimmung und Katalogisierung der Bestände sehr viele vergessene Typen wieder als solche erkannt, und nicht minder hat die Benützung der Sammlungen zu wissenschaftlichen Arbeiten zu diesem Zuwachs beigetragen, indem manche wertvolle Stücke beschrieben und abgebildet worden sind.

Es ist eine Liste der in den letzten 12 Jahren neu hinzugekommenen Originalien aufgestellt worden; sie soll gelegentlich in den Verhandlungen der Naturf. Ges. in Basel, als erster Nachtrag zum obgenannten Katalog, Aufnahme finden.

Die manuellen Arbeiten, wie Etikettierung, Nummerierung der Stücke und Katalogisierung sind in diesem Jahre, wie üblich, weitergeführt worden. Infolge des eingegangenen Materials und ganz besonders dank der Bearbeitung der Spongien, hat der Zettelkatalog um 205 Nummern zugenommen und besteht heute aus 10,555 Nummern.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass Herrn Prof. *Rollier* in Zürich zu Studienzwecken eine Reihe Fossilien aus dem oberen Callovien zugesandt worden ist.

D. Mesozoisch-cretacische (ausseralpine) Abteilung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *E. Baumberger.*)

Der Bestand der Sammlungen hat sich im Berichtsjahr wenig verändert. Durch Herrn Dr. *E. Greppin* wurden der Abteilung gut erhaltene Pectiniden aus der obern Kreide Nordfrankreichs überwiesen, und der Vorsteher konnte die reichen Materialien aus dem Hauterivien von Cressier im Kanton Neuenburg um einige schöne Ammoniten der *Radiatus-* und *Desmoceroides*-Gruppe bereichern. Ankäufe von Fossilien sind im Berichtsjahre keine gemacht worden.

Bezüglich der schon im letzten Bericht gemachten Mitteilungen über angefangene wissenschaftliche Arbeiten sei erwähnt, dass die Untersuchung der *Tobler*'schen Kreidesammlung aus Sumatra wesentlich gefördert werden konnte. Für diese Arbeit befinden sich gegenwärtig 14 Fossiltafeln im Druck. Zu wissenschaftlichen Studien wurden die Sammlungen im vergangenen Sommer von Herrn Prof. *B. Rehbinder* aus Petersburg besucht.

Die Tätigkeit des Vorstehers wurde, wie in den frühern Jahren, wieder stark in Anspruch genommen durch geologische Aufnahmen im Molassegebiet und durch die Bearbeitung der hiebei gesammelten Belegmaterialien. Die Resultate der Molasse-Untersuchungen am Jurarand bei Biel sind in den Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, Band 26, 1915, publiziert worden, unter dem Titel: Beiträge zur Geologie der Umgebung von Biel und Grenchen. Eine weitere Arbeit, die Tertiärbildungen des Dünnerntales betreffend, wurde zu Anfang dieses Winters in Angriff genommen. Bei der Ordnung der Gesteine und Fossilien aus diesem Gebiet und der Bestimmung der letztern, sowie der schon früher gesammelten Vergleichsmaterialien aus andern Tertiärmulden des Juragebietes, wurde der Vorsteher diesen Winter in verdankenswerter Weise durch Herrn Dr. *G. Imhof* unterstützt.

E. Tertiäre und Quartäre (ausseralpine) Abteilung und Sammlung fossiler Pflanzen.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *A. Gutzwiller*.)

Dank zwei vom Initiativkomitee für die Museumsbauten bezahlten Pultschränken war es möglich, den Zuwachs dieses Jahres, der übrigens kein grosser gewesen ist, sofort übersichtlich einzuordnen. Es handelte sich dabei ausschliesslich um Geschenke und zwar vornehmlich um fossile Pflanzen. So übermittelte uns Herr Dr. *E. Baumberger* das Belegmaterial zu der von ihm, zusammen mit Herrn *Paul Menzel* veröffentlichten Arbeit über die Tertiärflora aus dem Gebiet des Vierwaldstättersees, Herr Dr. *H. G. Stehlin* Pflanzenreste aus dem Keuper bei Attiswil und weiter eine grössere Reihe von Fossilien aus tertiären Süsswasserbildungen verschiedener schweizerischer Fundstellen, sowie aus dem obern Pliocän von Senèze (Haute Loire), Herr Prof. *C. Schmidt* Gesteinsproben aus der Höttinger Breccie mit *Rhododendron ponticum, Acer pseudoplatanus, Cyperites höttingensis* etc. Diverse Konglomeratstücke und Gerölle aus tertiären Bildungen und quartären Schottern verdanken wir Herrn Prof. *A. Buxtorf*, dem Vorsteher einige Belegstücke aus dem Cyrenenmergel bei Therwil. Der Gesundheitszustand des Vorstehers gestattete ihm leider nicht, die geologische Aufnahme des Blattes 7 zu vollenden, noch auch die Ordnungsarbeiten in seiner Abteilung soweit zu fördern, wie er es gewünscht hätte.

Mineralogische Sammlung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *Th. Engelmann.*)

Einen ganz besonders bedeutsamen Zuwachs erhielt die Mineralogische Abteilung dieses Jahr durch den Ankauf einer grossen Platte von tiefblauen Amethystkrystallen, ein Schaustück ersten Ranges für unser Museum.

Diese Amethystplatte ist 75 cm lang, 57 cm breit und 16 cm hoch; ihr Gewicht beträgt rund 100 kg. Sie ist mit grossen schönen Krystallen reich besetzt. In den Sammlungen Europas sind etwa 6 bis 8 solcher Amethystplatten vertreten, und nur durch die Kriegsverhältnisse war es uns möglich, diese Erwerbung zu machen.

Wie schon so manches schöne Schaustück, verdanken wir auch dieses dem *Freiwilligen Museumsverein,* dem wir auch noch an dieser Stelle unsern besten Dank aussprechen.

Über die Herkunft der Platte ist folgendes mitzuteilen: In der „Serra do mar“, einem Gebirge an der südlichen Küste Brasiliens, im Staate Rio Grande do Sul, wurden auf einem Hochplateau von 700 m Erhebung schon seit vielen Jahren Amethyste gefunden und hauptsächlich von den dort angesiedelten Deutschen gesammelt.

Die Amethyste finden sich dort in grossen und kleinen Mandeln, in Thon gebettet, der aus der Zersetzung von Granit und Melaphyr hervorgegangen ist. Eine dieser Mandeln, ein zwar nicht sehr grosses, aber hervorragend schönes Stück, haben wir vor Jahren und zwar ebenfalls mit Hilfe des Freiwilligen Museumsvereins erworben.

In der erwähnten Gegend fanden Reisende im Jahre 1900 eine Amethystdruse, die alle bisherigen Funde um das hundertfache übertraf. Die Grösse dieser Mandel betrug 10 m in der Länge, $5^1/_2$ m in der Höhe und 3 m in der Breite.

Die Druse lag 1 m unter der Erdoberfläche, der obere Teil war eingestürzt und ganz mit rötlicher Thonerde ausgefüllt, worin eine Palme von 4 m Höhe wuchs.

Den in der Erde festsitzenden Teil der grossen Mandel, ca. 300 Zentner schwer, kaufte im Jahre 1902 die Steinschleiferei C. W. Kessler in Idar bei Oberstein an der Nahe.

Der Transport dieser zerschlagenen, bis zu 5 Zentner schweren Amethystplatten war auf den Saumpfaden des Gebirges bis zur Küste überaus schwierig und nahm anderthalb Jahre in Anspruch. Von da wurden die 180 Kisten auf zwei Dampfern nach Hamburg gebracht.

Unsere Platte, die zu den grössten gehört, wird im Laufe des Frühjahrs zur Aufstellung gelangen.

Im Jahresberichte von 1913 über unsere Mineralogische Sammlung erwähnten wir die Erwerbung einiger Moldavite, meteoritisches Glas, für unsere Meteoritensammlung. Wir haben dieses Jahr als Zuwachs ein anderes seltenes meteoritisches Glas zu verzeichnen, und möchten bei diesem Anlasse auf diese interessanten Objekte etwas näher eintreten.

Schon seit langer Zeit kannte man unter dem Namen Flaschen- oder Bouteillenstein glasartige Mineralien, durchsichtig, flaschengrün, meist in der Grösse einer Nuss, die in Böhmen und Mähren auf den Feldern, untief in der Erde in diluvialen Schottern und Sanden gefunden werden. Diese Moldavite zeigen eine schwärzlich glänzende Rinde mit einem merkwürdigen Relief von geschlängelten Grübchen und sternförmigen Ritzen über die ganze Oberfläche hin. Man hielt sie zuerst für Produkte eines erloschenen böhmischen Vulkans, und *Goethe* hat in seinen mineralogischen Schriften, wo er auch den Bouteillenstein erwähnt, sich eingehend mit einem allerdings weit entfernten erloschenen Vulkan, dem Kommersberg bei Eger, beschäftigt.

So wurde der Moldavit in die Gruppe der Obsidiane, also der vulkanischen Glasflüsse, eingereiht. Da aber in Mähren und Südböhmen, wo sie gefunden wurden, kein nahe gelegener Vulkan nachzuweisen war, wurde für die Herkunft dieser Bouteillensteine eine andere Erklärung gesucht.

Professor *Makowsky* in Brünn fand nun folgenden Weg: Er bestritt die vulkanische Herkunft und bezeichnete sie als Schlackenscherben einer uralten böhmisch-mährischen Glasfabrikation. Damit wanderten die Moldavite aus den mineralogischen in die ethnographischen Sammlungen, aber auch da war ihres Bleibens nicht.

1844 beschrieb *Darwin* eine „grüne Vulkanbombe“ aus Obsidianglas, die in Australien gesammelt worden war. Man bezeichnete diese Gläser, die wie die Moldavite wenig tief unter der Erdoberfläche auf den Feldern gefunden wurden, als Australite. Diese Australite kommen nicht in Scherbenform, sondern in kugelartigen Gebilden vor, und da für ihre Herkunft unmöglich eine uralte australische Glasindustrie verantwortlich gemacht werden konnte, und sie doch in allen Hauptpunkten mit den Moldaviten übereinstimmten, so kam auch die Ansicht des Herrn Prof. *Makowsky* ins Wanken. Dazu kam, dass auf der kleinen holländischen Insel Billiton, zwischen Borneo und Sumatra, Ende der siebziger Jahre eine grössere Anzahl „Glaskogels“, jetzt Billitonite genannt, von holländischen Gelehrten gefunden wurden. Weitere Funde von solchen Billitoniten auf Java, Timor und Borneo riefen erneute Forschungen über die Herkunft hervor.

Der bekannte holländische Gelehrte, *Verbeek*, hat in einer Abhandlung über die Glaskogels der holländischen Inseln sich dafür ausgesprochen, dass diese Gläser, also auch die Moldavite, aus den Vulkanen des Mondes ausgeworfen worden seien. Dagegen wurden aber gewichtige Gründe angeführt.

1898 erschien von Prof. *F. E. Süss* in Wien eine grundlegende Schrift über den kosmischen Ursprung der Moldavite. Er kam durch genaue Untersuchungen und Vergleichungen der chemischen Analysen zu dem Schlusse, dass Moldavite, Australite und Billitonite ächte Meteoriten seien. Er nennt sie Tektite und bezeichnet die Glasmeteoriten als die äussere, die Steinmeteoriten als mittlere Schicht, die Eisenmeteoriten aber als das Innere, den Kern, der zerfallenen Weltkörper.

Einen sehr wertvollen Beitrag zu diesen Glasmeteoriten hat unser Mitbürger Dr. *F. P. Mueller* in einer Arbeit im Geological Magazine (Decade 6, Vol. 2, No. 611) niedergelegt. Er fand bei seinen geologischen Untersuchungen auf Britisch Borneo im Februar 1913 vier Stücke von Tektiten in einer Terrasse, die wahrscheinlich dem Ende der Diluvialzeit angehört. Er sagt: Die vier Stücke besitzen einen prächtigen schwarzen Glanz, welcher für die Tektite charakteristisch ist. Sie sind ganz mit kleinen Linienfurchen bedeckt, welche die Oberfläche fein geadert erscheinen lassen. Ihre Farbe ist dunkelgrünbraun. Die mikroskopische Untersuchung ergibt reines Glas, mit wenigen kleinen zerstreuten Bläschen. Nach der im Basler Mineralogischen Institut vorgenommenen Untersuchung stimmen sie in physikalischer und chemischer Beziehung mit den Billitoniten und den andern meteoritischen Glasflüssen vollständig überein.

Es gereicht uns zu besonderer Freude, dass Herr Dr. *Mueller* von den vier Stücken, die für diesen Fundort eine grosse Seltenheit bedeuten, zwei für unser Museum bestimmt hat. Sie haben im ersten Kasten unserer Meteoritensammlung ihre Aufstellung gefunden, und wir möchten auch an dieser Stelle Herrn Dr. *Mueller* unsern besten Dank aussprechen.

Wir erwarben ferner einige geschliffene Moldavite aus Böhmen, wie sie dort gefasst, von den Mädchen und Frauen als Schmuck getragen werden und als böhmische Chrysolithe in den Handel kommen.

Von anderen Ankäufen des Jahres seien bloss erwähnt zwei Gruppen von Adular mit aufsitzenden kleinen Eisenrosen und Rutil von Airolo, ein grosser Rauchquarzkrystall vom Gotthard, eine Bergkrystallgruppe von der Grimsel, Pyrop und Chromdiopsid in Olivinfels von Gorduno, Tessin, schalenförmiger Barytspat von Pzibram, Atacamit von Bolivia und Cervantit von Siena.

Der Vorsteher schenkte der Sammlung Calcit aus dem Gasterental, Adular, Parallelverwachsung mit Periklin und Turmalin vom Rhonegletscher-Furka, Biotit von St. Dennins, Cornwall, eine Phosphoritkugel aus Podolien u. a. m.

Kurz vor Jahresschluss wurde vom Vorsteher der Pathologisch-Anatomischen Anstalt, Herrn Prof. *Hedinger,* dem Museum ein Glaskasten übergeben mit 41 Schachteln und 13 Fläschchen, enthaltend „Concrementa animalia et urinaria", Blasen- und Nierensteine von Menschen und Tieren, herrührend aus der Sammlung *Felix Platters,* 1536—1614. Die Stücke sind zum Teil noch mit den Etiketten von *Platters* Hand versehen. Sie sollen mit den übrigen Resten des einst weit berühmten *Platter*'schen Kabinetts, die sich schon im Museum befinden, in einem besonderen Schrank vereinigt werden.

Bibliothek.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *H. G. Stehlin.*)

Das Defizit von Fr. 170.—, mit welchem wir im letzten Jahre abschlossen, hat sich durch Aufziehen einiger Karten, Binden einiger Bände und Katalogisierung der neuen Eingänge auf Fr. 290.— erhöht; wir hoffen, dass es aus dem Restkredit des Erziehungsdepartementes möge gedeckt werden. An die Verwaltung der Universitätsbibliothek ist ein Gesuch gerichtet worden um namhafte Vermehrung der Deposita; es hat eine günstige Aufnahme gefunden. Geschenke gingen der Bibliothek zu von den Herren *A. Buxtorf, E. Greppin, A. Gutzwiller, M. Jaquet,* Frau *Müller-Mechel, J. Roux, F. Sarasin, H. G. Stehlin* und *H. Sulger.* Angekauft wurde *J. F. Naumann's* Naturgeschichte der Vögel Mitteleuropas, 12 Bände.

Verzeichnis des Zuwachses des Naturhistorischen Museums im Jahre 1915.

Zoologische Sammlung.

Säugetiere.

a) Geschenke.

Herr Dr. **W. Bernoulli,** Basel: *Manis javanica* Desm. und *Simia satyrus* L., juv., beide aus Borneo.

„ **Mayer-Walter,** Basel: *Tamandua tetradactyla* L., juv., Brasilien.

„ Ing. **Ed. Riggenbach-Stückelberger,** Basel: Gruppe junger Löwen.

„ Dr. **F. Sarasin,** Basel: *Canis (Chrysocyon) jubatus* Desm., ♂, Matto Grosso, Rio San Lorenzo, Brasilien, aufgestellt von Herrn G. Schneider, neu für die Sammlung.

Herren Drs. **P.** und **F. Sarasin**, Basel: *Hystrix javanica* F. Cuv., in Süd-Celebes gekauft, neu für die Sammlung.

Herr Dr. **S. Schaub**, Basel: *Pteropus vampyrus malaccensis* K. A. aus Sumatra, neu für die Sammlung.

„ **E. Schmutz**, Basel: 3 Nester von *Mus minutus campestris* Desm., von Michelfelden.

„ **J. Stuber**, Basel: *Mus musculus* L., ♀ grav., Basel.

Tit. **Zoologischer Garten, Direktion**, Basel: Diverse Säugetiere, neu für die Sammlung *Taurotragus oryx* Pall., ♂ juv., im Garten geb., *Cynomolgus sinicus* L., juv., dito, *Limnotragus gratus* Scl. ♀.

b) Tauschverkehr.

British Museum of Natural History, London: *Philetor rohui* Thomas, ♀, aus Brit. Neu-Guinea, neu für uns.

c) Ankäufe.

Nasalis larvatus Wurmb., ♂, Borneo, aufgestellt von Herrn G. Schneider, und eine Gruppe von *Arvicola sherman exitus* Mill., forma niger, von Eptingen, Baselland, von Herrn A. Ghidini.

Vögel.

a) Geschenke.

Herr **K. Dreher**, Basel: *Asio otus* (L.), ♀, von Olsberg, Baselland.

„ **C. Heierle**, Basel: Nest und Gelege der Amsel von Basel.

„ **F. Hübsch**, Basel: *Ardetta minuta* (L.), ♀, aus dem Wauwiler Moos, erlegt von Herrn Bretscher.

„ Dr. **J. Roux**, Basel: *Lophaethya cristata* (L.), ♀, vom Neuenburger See.

„ **E. Schmutz**, Basel: Nest und Gelege von *Gallinula chloropus* (L.), von Neudorf.

„ **A. Wendnagel**, Basel: Nester und Gelege von *Pica pica* (L.), *Hypolais hypolais* (L.), *Sylvia atricapilla* L., Nestling und Eier von *Fulica atra* L.

Tit. **Zoologischer Garten, Direktion**: *Circaëtus gallicus* (Gm.), ♀, aus dem Engadin und diverse andere Vögel.

b) Ankäufe.

Amazona imperialis Richm. ♀ von Dominica, *Castanolimnas canningi* (Blyth), ♂, von Süd-Andaman, *Rallicula forbesi* Sharpe, ♂, Brit. Neu-Guinea, *Neocrex colombianus uniformis* Hart., ♂, N. Ecuador, *Porphyriops melanops* (Vieill.), ♂, Chile, *Tadorna tadorna* (L.), ♀, Untersee.

Reptilien und Amphibien.

a) Geschenke.

Herr **R. Graber**, Basel: 27 Reptilien- und 3 Amphibien-Arten verschiedener Herkunft.

,, Hauptmann **A. Linder**, z. Z. im Tessin: Tessinische Schlangenarten.

,, **G. Müller-Bovet**, Basel: 1 Reptilien- und 6 Amphibienarten aus Madagaskar, Süd-Amerika und Australien, 2 für uns neu.

,, **L. Paravicini**, Arlesheim: 2 Amphibienarten aus Chile.

,, Oberlieut. **L. G. Vallette**, z. Z. im Tessin: Tessinische Schlangenarten.

,, Dr. **W. Vischer**, jun.: 1 Reptilien- und 2 Amphibienarten aus Zentral-Paraguay.

Tit. **Zoologischer Garten, Direktion**: Verschiedene Reptilien und Amphibien.

Herr Prof. Dr. **F. Zschokke**, Basel (aus der Sammlung der Zoolog. Anstalt): 15 Reptilien- und 11 Amphibienarten verschiedener Herkunft, 1 Gattung und 3 Arten für uns neu.

b) Tauschverkehr.

Herr **Minozzi**, Modena: 5 italienische Arten.

Naturhistorisches Museum, Neuenburg: 1 Reptilien- und 5 Amphibienspecies aus Columbien (Sammlung Prof. *O. Fuhrmann*), 2 für uns neu.

c) Ankäufe.

5 Reptilienarten aus Afrika und Südamerika, 1 Gattung und 5 Arten neu für die Sammlung, 8 Amphibienarten aus Südamerika, 1 Gattung und 6 Arten neu für uns (*Rosenberg,* London); 6 Reptilienarten aus den Philippinen, 1 Gattung und 2 Arten neu für uns.

Fische.

a) Geschenke.

Herr **R. Graber**, Basel: 1 für uns neue Art.

,, **A. Urech**, Basel: 1 Art.

,, Prof. Dr. **F. Zschokke**, Basel (aus der Sammlung der Zoologischen Anstalt): 21 Arten, 6 für uns neu.

Wirbellose Tiere.

a) Geschenke.

Mollusken.

Herr Dr. **G. Bollinger**, Basel: Mollusken von Locarno und aus dem Wallis.

,, Dr. **F. Heinis**. Basel: 1 Art von Therwil.

,, Dr. **J. Roux**, Basel: Mollusken aus dem Wallis.

Herren Drs. **P.** und **F. Sarasin**, Basel: Süsswassermollusken von Celebes, Typen von 29 Arten, neu für uns 3 Gattungen und 38 Spezies.

Herr Cand. phil. **H. Schnitter**, Basel: 1 Art, neu für uns.

Vermes.

Herr Dr. **J. Roux**, Basel: Planarien aus dem Wallis.

,, Dr. **W. Vischer**, Sohn, Basel: Oligochaeten aus Paraguay.

Myriapoden und Arachniden.

Herr Dr. **W. Bigler**, Basel: Myriapoden aus Graubünden.

,, Dr. **G. Bollinger**, Basel: Myriapoden und Arachniden aus dem Wallis.

,, Dr. **J. Roux**, Basel: Arachniden aus dem Wallis.

,, Dr. **W. Vischer**, Sohn, Basel: Arachniden und Skorpione aus Paraguay.

,, Lehrer **F. Zwicky**, Basel: Arachniden aus der Umgebung von Basel.

Crustaceen.

Frau Dr. **Bannwarth**, Cairo: 1 Krebsart, für uns neue Varietät.

Herr Prof. Dr. **H. Blanc**, Lausanne: Süsswasserkrabben aus Ceylon und Sumatra, 1 für uns neue Varietät.

,, Dr. **F. Speiser**, Basel: Crustaceen von den Neuen Hebriden.

Insekten.

Herr **Mayer-Walter**, Basel: Lepidopteren aus Brasilien.

Frau Wwe. **Mory**, Basel: Coleopteren verschiedener Herkunft.

Herr **E. Schmutz**, Basel: Lepidopteren aus Malakka.

Herren Drs. **F. Sarasin** und **J. Roux**, Basel: Materialien aus Neu-Caledonien und den Loyalty-Inseln, Thysanura, 4 gen., 4 sp., 2 var., alles Typen neuer Arten, Termitidae, 2 gen., 6 sp., alle neu, Odonata, 14 Spezies, 5 Typen, Hymenopteren, 16 Spezies, 2 Typen.

Herr Dr. **F. Speiser**, Basel: Hymenopteren und Termiten von den Neuen Hebriden.

„ Dr. **W. Vischer** jun., Basel: Lepidopteren aus Zentral-Paraguay.

b) Tauschverkehr.

Herr Prof. **E. L. Bouvier**, Paris: 1 für uns neue Crustaceengattung aus Japan.

Naturhistorisches Museum, München: 1 für uns neue Krebsart aus Belutchistan.

Naturhistorisches Museum, Neuenburg: Materialien von der Reise des Herrn Prof. *O. Fuhrmann* in Columbien, Süsswasserkrabben, 2 für uns neue Gattungen, Landisopoden, 2 Arten, Myriapoden, 27 Arten (12 Gattungen und alle Spezies neu für uns), Skorpione, 4 Arten (1 Gattung und alle Spezies neu für uns), Opilioniden, 4 Arten (4 für uns neue Gattungen), Hirudineen, 7 Arten (2 Gattungen und 7 Spezies neu für uns), Süsswasserplanarien, 7 für uns neue Spezies.

c) Ankäufe.

Serie von Lepidopteren aus dem Tessin.

Osteologische Sammlung.

a) Geschenke.

Herr Dr. **W. Bernoulli**, Basel: Schädel von *Nasalis larvatus* Wurmb., Skelett von *Hylobates leuciscus* Schreb., ferner 32 osteologische Präparate.

Herren Prof. **A. Buxtorf**, Dr. **E. Greppin**, Dr. **H. Helbing**, Dr. **S. Schaub** und Dr. **H. G. Stehlin**, Basel: Wirbeltierreste aus dem schweizerischen Oligocän und Miocän.

Herr **R. Graber**, Basel: Skelett von *Crotalus confluentus atrox* Say.

„ Dr. **H. Helbing**, Basel: Schädel von Igel und Fuchs.

„ Prof. **E. Hernandez-Pacheco**, Madrid: Gipsabguss einer merycopotamusartigen Artiodactylenmandibel aus dem Vindobonien von Palencia, Castilien.

„ Dr. **Frz. Leuthardt**, Liestal: Säugetierreste aus dem Vindobonien von Zeglingen und Anwil.

„ **L. Malbert**, Paulhiac: Säugetierreste aus dem Aquitanien von Paulhiac (Lot et Garonne).

„ Dr. **H. G. Stehlin**, Basel: Fragment einer Rentierstange und Molar von *Rhinoceros tichorhinus* aus der Niederterrasse am Dreispitz.

Tit. **Zoologischer Garten, Direktion**: Diverse Tierleichen.

b) Ankäufe.

Skelett von *Nasalis larvatus* Wurmb.; zahlreiche Säugetierreste aus dem Lutétien von Egerkingen; Säugetierreste aus dem Stampien von Bumbach; Säugetierreste aus dem oberen Pliocän von Val d'Arno und aus dem Pleistocän von Val di Chiana.

Geologische Sammlung.

a) Geschenke.

Herr Dr. **Baumberger**, Basel: Jurassische Fossilien aus dem Portlandien von Reuchenette und Lengnau, aus den Kieselknollen der Huppergrube der Rickenbacher Mühle und aus dem Kimméridien von Matzendorf; Kreide-Ammoniten aus dem Hauterivien von Cressier; Belegmaterial zu einer Arbeit über die Tertiärflora aus dem Gebiet des Vierwaldstättersees.

,, Prof. Dr. **A. Buxtorf**, Basel: Gesteine aus dem Gebiet des Lötschbergtunnels; Suite von Rhätversteinerungen aus dem Lauterbrunnental; Gesteinsproben und Fossilien eines Nummuliten führenden Konglomerats von Beckenried; jurassische Fossilien und Gesteinsproben aus dem Rhät des Limmernbaches, aus dem Gansinger Dolomit von Neuewelt, aus der Lettenkohle der Ergolz, aus dem Karneolhorizont von Warmbach, aus den Acuminataschichten von Dornach; tertiäre und quartäre Konglomeratstücke und Gerölle von verschiedenen Fundstellen.

Herren Prof. Dr. **A. Buxtorf** und **Hess**, Basel: Faciesstücke aus dem Gansinger Dolomit von Vorder-Bilstein bei Waldenburg.

,, Prof. Dr. **A. Buxtorf** und stud. phil. **Lehner**, Basel: *Rhabdocidaris horrida* Mer. aus dem Hauenstein-Basistunnel.

,, Prof. Dr. **A. Buxtorf** und Dr. **Werdmüller**, Basel: Gesteinssuiten aus dem Saastal.

Herr Dr. **Th. Engelmann**, Basel: Tropfstein aus der Muotta-Höhle.

,, Dr. **E. Greppin**, Basel: Quarzsand aus Seewen; Fossilien aus den Humphriesischichten von Münchenstein.

,, **de Grossouvre**: Fossilien aus dem Séquanien von Bourges.

,, Dr. **A. Gutzwiller**, Basel: Belegstücke aus den Cyrenenmergeln bei Therwil.

,, Dr. **Frz. Leuthardt**. Liestal: Zwei Steinplatten mit *Cainocrinus andreae* Des. aus der Umgebung von Reigoldswil.

Tit. **Freiwilliger Museumsverein**, Basel: 600 Fr. an den Ankauf einer Sammlung schweizerischer Nutzmineralien.

Herr Prof. Dr. **H. Preiswerk**, Basel: Belegstücke aus dem nördlichen Tessin und Ganggesteine vom Mte. Cenere.

Herr Dr. **Reinhard**: Tertiärgesteine aus Britisch Nord-Borneo.

„ Dr. **van Rheden**, Basel: Suite von Demonstrationsstücken für allgemeine Geologie aus den kleinen Sunda-Inseln und Malakka; Perm- und Triasfossilien von Timor, Allor und Rotti; Tertiärgesteine von Britisch Nord-Borneo.

„ Stud. phil. **Alfr. Rittmann**, Basel: *Nautilus neocomiensis* d'Orb. aus der Unteren Kreide vom Wallensee.

„ Prof. Dr. **C. Schmidt**, Basel: Gesteinsproben und Pflanzenreste aus der Hottingerbreccie.

Herren Prof. Dr. **C. Schmidt** und Dr. **W. Bernoulli**, Basel: Fischschiefer von Seefeld bei Innsbruck; Gelbbleierzproben vom Höllental, Wulfenite von Imst etc.

„ Prof. Dr. **C. Schmidt** und **O. Gutzwiller**, Basel: Material aus spanischen Salzlagerstätten.

„ Prof. Dr. **C. Schmidt** und Dr. **F. Müller**, Basel: Gesteine aus dem Borgnetal.

Herr Dr. **J. Stauffacher**, Basel: Materialien aus dem Goldgangdistrikt von Altenberg in Schlesien.

„ Dr. **H. G. Stehlin**, Basel: Fossile Pflanzen aus dem Keuper bei Attiswil; Fossilien aus tertiären Süsswasserbildungen verschiedener schweizerischer und ausländischer Fundstellen.

„ Dr. **K. Strübin, Liestal**: Gesteinsproben von einer Bohrung in der Hard bei Birsfelden.

b) Ankäufe.

Trilobiten von Gerolstein; 2 Erzstufen von Altenberg und Felsöbanya; Fischplatten von Seefeld; Dünnschliffe niederländisch-indischer Gesteine; Versteinerungen aus dem Lias und dem Tithon der Freiburger Alpen, ferner aus der Kreide und dem Eocän der helvetischen Alpen am Thunersee; Fossilien aus der Umgebung von Liestal und vom Hauenstein-Basistunnel; Fossilien aus dem Oxford von Villars-sur-Mer (Calvados).

Mineralogische Sammlung.

a) Geschenke.

Herr Dr. **Th. Engelmann**, Basel: Calcit aus dem Gasterental, Adular Parallelverwachsung mit Periklin und Turmalin vom Rhonegletscher-Furka, Biotit von St. Dennins, Cornwall, Phosphoritkugel aus Podolien.

Herr Prof. **Hedinger,** Basel: Überweisung aus der pathologisch-anatomischen Anstalt, Reste des *Felix Platterschen* Kabinetts, Blasen- und Nierensteine.

„ Dr. **F. P. Müller,** Basel: Meteoritische Glasflüsse aus Britisch Borneo.

Tit. **Freiwilliger Museumsverein,** Basel: 1000 Fr. zum Ankauf einer Amethystplatte aus Brasilien.

b) Ankäufe.

Zwei Gruppen von Adular mit aufsitzenden kleinen Eisenrosen mit Rutil von Airolo, grosser Rauchquarzkrystall vom Gotthard, Pyrop und Chromdiopsid in Olivinfels von Gorduno, Bergkrystallgruppe von der Grimsel, schalenförmiger Barytspat von Pzibram, Kalkspatkrystall von Andreasberg, Atacamit (Salzkupfererz) von Bolivia, Cervantit (Antimonerz) aus Miniera della Cettine, Siena, Italien.

Manuskript eingegangen 23. Dezember 1915.

Bericht über die Sammlung für Völkerkunde des Basler Museums für das Jahr 1915.

Von

Fritz Sarasin.

Der Neubau, der die Sammlung für Völkerkunde aufzunehmen bestimmt ist, geht nun trotz manchen Lieferungsverzögerungen, die der Krieg mit sich gebracht hat, seiner Vollendung entgegen, und in einzelnen Sälen ist bereits mit der Aufrichtung des Mobiliars begonnen worden. Das kommende Jahr wird uns daher vor die grosse Aufgabe stellen, die Sammlung in ihren neuen Räumen einzurichten, eine Arbeit, die aber in keinem Falle im Laufe eines Jahres wird zu Ende geführt werden können. Die allgemeinen Dispositionen, was die Raumverteilung nach Kontinenten und Ländern angeht, sind zwar getroffen, aber die Aufstellung selber, vor allem die sorgfältige Auswahl der auszustellenden Objekte und die Arbeit, jeden Gegenstand zur richtigen Geltung zu bringen, werden viel Zeit und Nachdenken erfordern, indem zwei Gesichtspunkte in gleicher Weise im Auge behalten werden müssen, der ästhetische und der Lehrwert der Sammlungen. Wenn man ferner bedenkt, dass viele Objekte, die jetzt noch in Kisten und Kellern ruhen, ans Licht gezogen, einer gründlichen Reparatur und Reinigung bedürfen werden, und dass überdies die Sammlung reichlich mit Photographien und erläuternden Etiketten wird versehen werden müssen, so ist leicht einzusehen, dass alles dies viel Zeit und Geduld in Anspruch nehmen wird. Es scheint uns daher verfrüht zu sein, jetzt schon auf die Prinzipien einzugehen, nach welchen die Sammlung angeordnet werden soll; im nächsten Jahresberichte wird hiefür noch reichlich Zeit sein.

Weiter fortgeschritten als die Sammlungsräume, von denen zur Stunde noch keiner beziehbar ist, ist das an diese sich anschliessende Haus am Schlüsselberg, das die Arbeitszimmer der Abteilungsvorsteher, Bibliothek und Sitzungszimmer, enthält. Die Bibliothek ist bereits neu eingerichtet, und einzelne Arbeitszimmer sind schon bezogen, aber auch hier ist manches noch im Stadium der Vorbereitung, so dass wir auch hierüber nähere Mitteilungen auf später verschieben.

Der Zuwachs der Sammlungen im verflossenen Jahre ist trotz dem Kriege, der so viele mühsam angeknüpfte Fäden zerrissen hat, ein recht ansehnlicher gewesen, nicht sowohl durch Kauf, als durch den Eingang einer Reihe wertvoller Geschenke. An Kaufgelegenheiten hätte es zwar nicht gefehlt, aber wir haben gegenwärtig unsere Mittel für andere Dinge, die mit der neuen Aufstellung in Zusammenhang stehen, nötig. Die regulären Beiträge des *Staates* und des *Museumsvereins* sind die üblichen gewesen, wogegen die *Gesellschaft des Guten und Gemeinnützigen* uns nur die Hälfte ihres jährlichen Zuschusses hat gewähren können und der Beitrag der *Allgemeinen Museumskommission* infolge des Ausfalls der Eintrittsgebühren auf ein Minimum reduziert worden ist. Der *Freiwillige Museumsverein* hat uns auch dieses Jahr in verdankenswerter Weise zwei Extrabeiträge zukommen lassen, Fr. 600.— an den Ankauf einer afrikanischen Sammlung und Fr. 400.— an einen solchen aus schweizerischen Pfahlbauten.

Wir gehen nun zu den einzelnen Abteilungen über.

Prähistorie.

Der Vorsteher, Dr. *Paul Sarasin,* musste, da die Sammlung infolge der baulichen Veränderungen fast das ganze Jahr unzugänglich war, seine Arbeit an derselben unterbrechen. Die wenigen Eingänge sollen im nächsten Bericht namhaft gemacht werden.

Polarvölker, Afrika und Vorderasien.

(Bericht des Vorstehers, Prof. Dr. *Leop. Rütimeyer.*)

Obschon die Vermehrung der dem Referenten unterstellten Abteilungen: Polarvölker, Afrika und Vorderasien, den gegenwärtigen Verhältnissen entsprechend, hinter demjenigen der Vorjahre erheblich zurücksteht, so hatten sich doch alle drei eines erfreulichen, teilweise namentlich durch seinen innern Wert markanten Zuwachses zu erfreuen, der, was in diesen Kriegszeiten für uns besonders wertvoll ist, fast ausschliesslich durch Geschenke zustande kam.

Polarvölker.

Unsere seit einigen Jahren namentlich durch die mit grösstem ethnographischem Verständnis durchgeführten Sammelreisen des Herrn *Konietzko* in Hamburg begründete Lappensammlung, deren Objekte, wie die arktische Ergologie überhaupt, auf unsere eigene prähistorische Ergologie interessante Streiflichter werfen können, erfuhr im Berichtsjahr einen weitern willkommenen Ausbau. Herr

Konietzko hatte seine Sammeltätigkeit im Winter 1913/14 auf schwedisch Lappland, namentlich Nord-Iämtland konzentriert, woher uns 33 zum Teil vom Referenten geschenkte Objekte zukamen.

Von besonderm Interesse sind zwei durchaus paläolithisch anmutende Pfriemen aus Rentierhorn und ein Handgriff aus Elchhorn. Eine Anzahl von Geräten dienen den Zwecken der *Milchwirtschaft* und *Käsebereitung*, so ein Milchseiher aus Kuhschwanzhaaren, Melkgefässe aus Holz, zwei sehr hübsch aus Birkenwurzeln geflochtene Käseformen, sowie eine solche aus Holz. Der *Fischerei* dienen Netze mit Netzsenkern aus Rentierhorn, von denen verschiedene vorhanden sind, sowie eine Holzkeule zum Totschlagen der Fische, der *Jagd* eine Schneehuhnschlinge, die Modelle einer Vielfrass- und Eichhornfalle, sowie ein Gewehrfutteral aus Fell. Zu den eigentlichen *Hausgeräten* gehören Körbe von Birkenrinde, ein Bügel zum Glätten der Felle, ein Fellgerbemesser, ein Brotspicker, bestehend aus einem Bündel von Raubvogelfedern, deren Spitzen dazu dienen, durch Eindrücke in die flachen Fladenbrote diese schneller durchbacken zu lassen, ein Sack aus Rentierfell zur Aufbewahrung des Mehles, sowie ein holzgeschnitzter Trinkbecher, den der Lappe immer mit sich am Gürtel herumträgt, ein Packsattel für Rentiere.

Interessant ist ein Kinderspielzeug, ein Schleuderpfeil mit Stock: am Ende eines 92 cm langen Stockes ist eine Schnur angebracht, nahe ihrem freien Ende wird ein breiter Holzpfeil mittelst einer seitlichen Kerbe eingehackt, der Schütze hält mit der rechten Hand den Bogen, dessen Sehne also am andern Ende frei ist, mit der linken den Pfeil, der bei maximaler Spannung losgelassen, ans Ziel fliegt. Genau dasselbe Spiel wird von *Messikommer* [1]) beschrieben als im Zürcher Oberland heute noch gebräuchlich. Auch in Baden soll dieses Spiel noch vorkommen. Dieser Halbbogen, heute nur noch ein Spielzeug, ist wohl als Survival einer alten Waffe anzusehen, einigermassen mit den Speer- und Pfeilwerfern der Arktiker und anderer Völker in Parallele zu setzen.

Afrika.

Der Zuwachs der afrikanischen Sammlung beträgt 130 Nummern, worunter zwei kleine Originalsammlungen; die eine entstammt den grossen *Frobenius*sammlungen der deutschen afrikanischen Forschungsexpedition nach Westafrika aus den Jahren 1910—12 und enthält 18 sehr interessante und wertvolle Holzskulpturen und Bronzen meist aus Joruba; wir verdanken dieselbe dem *Museums-*

---

[1]) *N. Messikommer,* Das Pfeilschiessen in der Schweiz. Intern. Arch. f. Ethnographie. Bd. 4, p. 257.

verein. Die andere, ebenfalls aus Nigeria, 28 Nummern, wurde uns von Herrn *H. Vischer* geschenkt.

Nordafrika. Alt-Ägypten. Unser altbewährter Gönner, Herr *E. Paravicini-Engel,* Basel-Kairo, schenkte uns einen interessanten alten Opfertisch mit Fuss aus einem Stück Marmor gefertigt, als Grabbeigabe wahrscheinlich der Negada-Periode entstammend, einen Holzhammer, wie sie die Steinmetzen der alten Ägypter gebrauchten und einen kleinen Napf aus Kupfer mit 11 kupfernen Pfeilspitzen aus Bubastis.

Ebenfalls altägyptischen Ursprungs, teilweise aus den ersten Dynastien, aber modernster Anfertigung, sind eine Anzahl Bandornamente, welche uns Herr Prof. *van Gennep* schenkte, der dieselben auf einem von ihm hergestellten Brettchenwebereiapparat anfertigte. Es sind Kopien altägyptischer Gewebe und gemalter Muster von Stelen in Mastabas, Sarkophagen und Statuen der mittleren und alten Reiche bis zur vierten Dynastie hinaufgehend, deren Originale s. Z. mit Brettchenweberei hergestellt wurden. Ihre Reproduktion zeigt uns eine äusserst geschmackvolle Farbenzusammenstellung in den hübschen Mustern jener alten Webekünstler und sind für uns zum Vergleich mit der schönen uns von Herrn Prof. *Egger* geschenkten Sammlung kaukasischer Brettchenweberei-Muster, von solchen aus Nordafrika, sowie von Taschkent, die wir letztes Jahr ebenfalls Herrn *van Gennep* verdankten, besonders interessant.

Der *arabischen* Ergologie gehören an zwei auf Holz gemalte Bilder, je ein Pferd und ein geflügeltes Fabeltier mit Hals und Kopf eines Weibes darstellend. Diese Bilder wurden von arabischen Pilgern aus Mekka nach Borneo gebracht und dort von Herrn Dr. *W. Bernoulli* erworben und uns geschenkt. Ein arabisches Tintenfass aus Ägypten verdanken wir Herrn Prof. *Thommen.* Aus Marokko, Tanger, stammt eine kleine Haschisch-Pfeife.

Westafrika. Aus *Togo* schenkte uns ein ebenfalls alter Gönner unserer Sammlung, Herr *P. Staudinger*-Berlin, zwei eiserne Tanzschellen und eine Tanzglocke, eine Mütze, dekorierte Kürbisschalen und Holzlöffel; durch Tausch mit dem *Lindenmuseum* in Stuttgart erhielten wir drei sog. Steinperlen, Depotfund von der Misahöhe; aus *Dahome* einen Kauriarmschmuck, ein Messer und eine Ledertasche. Ebenfalls aus Dahome stammen einige schöne Streitäxte und Häuptlingskeulen der *Vischer*'schen Schenkung.

Nigeria. Eine sehr wertvolle Neuerwerbung verdanken wir mit ganz besonderm Nachdruck, wie schon erwähnt, dem *Museumsverein,* der den Ankauf dieser interessanten, teilweise sehr alten Holzskulpturen und Metallobjekte aus Joruba und den angrenzenden Gegenden von Nigeria, Adamaua und Nord-Kamerun, ermöglichte.

Vor allem sind zu erwähnen Kultobjekte des Ogbonigeheimbundes und des Ifadienstes.

Der erstere ist nach *Frobenius* ein uralter Männer-Geheimbund der Joruben, der in jeder Stadt existiert und zur Zeit seiner Macht gegenüber der Königsgewalt eine Art von Geheimregierung repräsentierte, welche durch Orakel, Ritualmorde und ähnliche Mittel unbeliebige Leute aus der Welt schaffte. Zu den Kultobjekten dieses Bundes gehört eine alte Bronzefigur, die in unserer Kollektion allein vertretene männliche Figur des Paares „Eda-Male“ des Ogbonibundes.

Die zwei Eda-Figuren, eine männliche und weibliche Bronzefigur, die mit einer kleinen Kette verbunden waren, spielen beim Eintritt in den Bund eine grosse Rolle. Früher wurde nach *Frobenius* bei Aufnahme eines Adepten einem Menschen über diesen zwei Figuren der Kopf abgeschlagen, sodass das Blut dieselben überströmte; heute dient ein Huhn diesem Zwecke. Der Kandidat muss dann auf den Knien zu den Edafiguren rutschen und mit den Lippen eine auf denselben liegende Kolanuss fassen. Diesen Ogbonifiguren wurde auch grosse magische Kraft zugeschrieben.

Unsere männliche, knieende und offenbar sehr alte Figur ist 16 cm hoch, mit maskenartigem Gesicht und auf einem eisernen Stiel montiert.

Objekte des Ifadienstes sind dann zwei geschnitzte Holzplatten, sog. Ifabretter. Das eine, ein sehr altes Stück, welches in den Ruinen von Alt Ogo gefunden wurde, ist als ein besonders hervorragender Typus dieser Kultgeräte im Werke von *Frobenius* abgebildet.[2] Nach diesem Autor fallen diese Schnitzereien aus dem Rahmen der afrikanischen Schnitzformen heraus und sind die schönsten Produkte alt-westafrikanischen Kunstgewerbes. Das oben genannte Ifabrett, in Form einer runden, mit breitem geschnitztem Rande versehenen Platte aus hartem Palmholz, zeigt oben in Flachrelief ein menschliches Gesicht; es folgen in abgegrenzten Segmenten Bandornamente, Affen, Schlangen, besonders vis-à-vis dem Menschenkopf ist ein besonders schönes verschlungenes Bandornament. Ein zweites rundes Ifabrett weist auf seinem Rande vier menschliche Gesichter auf, je eines in jedem Quadrant, hier in ziemlich roher Skulptur. Diese stellen nach den Nachforschungen von *Frobenius* die vier Himmelsgegenden dar, denen je einer der vier Hauptgötter präsidiert, Edschu im Osten, Ogun im Norden, Schango im Westen, Obatella im Süden. Es soll dies das Weltbild der Joruben, das templum darstellen, wobei *Frobenius* auf Analoga mit dem Weltbild alter mediterraner Kulturen wie der Etrusker und noch weiterer östlicherer Gebiete hinweist. Bei der Ausführung des Ifaorakels legt der Priester das Brett vor sich auf den Boden, sieht das Edschu bezeichnende Gesicht an oben am Brett, welch' letzteres mit Mehl bestreut wird. Mit der rechten Hand wirft er 16 Palmkerne in die Luft, welche mit der linken aufgefangen werden. Je nachdem die Zahl derselben gerade oder ungerade, werden auf dem Brett ein oder zwei Striche in bestimmter Weise mit dem Finger ins Mehl gezogen. Viermal wird geworfen und die Zeichen geschrieben, und die so entstehende Figur „Odu“ gibt die eigentlichen für den Orakelspruch massgebenden Faktoren.

---

[2] *Frobenius,* Und Afrika sprach . . . Bd. I. p. 321. Berlin 1912.

Inwiefern nach der Ansicht von *Frobenius* dieser Ifadienst mit seiner Templumidee, der in Westafrika nur hier eine lokal umgrenzte Verbreitung hat, mit uralten mediterranen und östlichen Kulturen und Anschauungen zusammenhängt, die in wohl prämykenischer Zeit auf dem Seewege nach Westafrika gebracht wurden, worauf sich seine bekannte Atlantistheorie aufbaut, möge im Original eingesehen werden.³)

Zu unsern Geräten des Ifadienstes gehört noch eine hübsch geschnitzte Schale zur Aufbewahrung der heiligen Palmkerne, ferner ein „Iroke“, ein aus der Spitze eines Elefantenzahnes hergestellter Klopfer mit schöner alter Patina und hübschen kleinen Schnitzereien versehen, mit dem der Ifapriester „Babalowo“ jeden Morgen zur Zeit des Sonnenaufgangs auf das Ifabrett klopft, um die den Ifadienst präsidierende Gottheit, Edschu, Gott des Ostens, zu begrüssen.

Interessant ist auch eine Holzfigur dieser Kollektion, die nach Beschreibung von *Frobenius* wohl eine Tanzkeule des Schangodienstes darstellt. Eine knieende weibliche Figur, die eine kugelförmige Schale in den Händen hält, hat auf dem Kopf zwei schwarz gefärbte, in der Mitte verbundene, keilförmige, jederseits mit einem eingeschnitzten Auge versehene Gebilde. Diese Keile, die durchaus den in Westafrika häufig im Boden gefundenen Steinbeilen ähneln, bedeuten die Blitzsteine des Donnergottes und Götterkönigs Schango. Diese Figuren wurden auf den Tempeltüren des Gottes aufgestellt.

Die Metallobjekte unserer *Frobenius*sammlung bestehen aus Bronze- und Messingarbeiten und stammen sämtlich von den von ihm sogenannten westafrikanischen Splitterstämmen, seiner zentralen und westlichen Äthiopengruppe angehörend.⁴) Es sind teilweise sehr schön gearbeitete Armringe und Armmanschetten, einige sehr alt, bei Ausgrabungen gefunden. Sie stammen aus Nord-Joruba von den Djukum südlich vom Benue und andern Benue-Gegenden, von den Batta in Adamaua, von den Werre des Alantikagebirges in Nord-Kamerun.

---

³) l. c. Bd. 1, p. 347—375. — ⁴) l. c. Bd. 3, p. 490—509, Karte 1.

Hervorzuheben ist ferner ein sehr schöner Pfeifenkopf aus Gelbguss aus Bamum, Kamerun, und ganz besonders ein prächtig gearbeiteter Dolch mit Bronzegriff und Bronzescheide aus Adamaua, der an Waffen unserer Bronzezeit erinnert.

Eine sehr schöne, 38 Stücke umfassende Originalsammlung verdanken wir wieder unserm unermüdlichen Donator, Herrn *H. Vischer* in Kano. Es sind dies teilweise sehr schön gearbeitete Dolche aus Bornu und Baghirmi, eigentümlich geformte Streitäxte der Haussa. Von persönlichem, nicht nur ethnographischem Interesse sind einige Dolche der Tuareg, welche der Donator bei Anlass seiner bekannten Reise von Tripolis nach Kano beim Kampfe mit den Tuareg, die seine Karawane in der Oase Gatrun überfielen, erbeutet hatte. Wichtig sind uns ferner zur Ergänzung der schon vorhandenen Objekte der kleinen heidnischen Splitterstämme einige Gegenstände der Bergbewohner der Murchison-Ranges, Montoil und Jergum; es sind Waffen wie Holzkeulen, Lederschild, Bogen, Köcher mit Pfeilen und ein aus einem Eisenring gefertigter Daumenschutz beim Pfeilschiessen. Von den Muntschi und vom Benue stammen ein schöner Pfeifenkopf aus Bronze, Holzflöte, Rufhorn, sowie einige Speere.

Aus *Kamerun* erhielten wir von Herrn *G. Passavant* drei Ruder aus dem Nachlasse seines Bruders Dr. *K. Passavant*, die dieser 1885 in Duala erworben hatte. Ferner konnten wir durch Tausch mit dem *Lindenmuseum* in Stuttgart erwerben eine Tanzmaske aus Baffufondong, dem Grasland von Kamerun, mit langem Behang aus rotem und blauem Stoff; das Kopfstück der Stoffmaske hat zwei scheibenförmige Anhängsel und ist wie die ganze Maske mit reichem Dekor in weisser Perlenstickerei versehen; dem gleichen Austausch gehört an eine originelle Schmuckausrüstung in Holz, bestehend aus massivem Halsring und Halskette aus Holzperlen, Armring und zylindrischer Armmanschette und Fussring. Dieser Schmuck wird verwendet bei den Pubertätsfeierlichkeiten der Jaunde.

Zentralafrika ist nur vertreten durch einen massiven Fussring aus Kupfer aus Katanga, den uns Herr *P. Staudinger* verehrte.

Ostafrika. Ebenfalls dem genannten Donator verdanken wir eine $3^1/_2$ m lange Schellenkette aus *Usambara,* die bei nächtlichen Wanderungen, um den Leib geschlungen, böse Geister vertreiben soll, eine hübsche Tanzaxt und drei Tabakpfeifen, ebenfalls aus Usambara.

Aus der Landschaft *Rombo* am *Kilimandscharo* kommt eine wohl sicher prähistorische, durchlochte Steinkugel, ebenfalls ein Tauschobjekt mit Stuttgart. Diese interessanten s. Z. von *Merker* mitgebrachten Stücke sind wohl als Keulensteine zu deuten.⁵)

---

⁵) Vergl. *Staudinger,* eine Steinkeule der Burun, etc., Zeitschr. f. Ethnol. 1915 p. 203.

Vorderasien.

Aus den Kaukasusländern verdanken wir dem diese Abteilung begründenden Donator, Herrn Prof. *F. Egger* in Basel, wieder einen sehr erwünschten Zuwachs, der noch vor dem Krieg glücklich hereingekommen war. Die meisten Stücke kommen aus Tiflis, wo Herr Dr. *Dirr*, früherer Mitarbeiter am Kaukasischen Museum, auf Veranlassung von Herrn Prof. *Egger*, sich um deren Beschaffung bemühte. Der aus 25 Stücken bestehenden Kollektion gehören an drei zierlich aus Holz geschnitzte persische Zierlöffel, ein schön geformter Krug und Platte aus schiefrigem Gestein mit originellem Dekor, Pflanzen- und Blumenornamenten, ebenfalls persische Arbeit, ebenso drei Dosen aus Flaschenkürbis mit Ornamenten in Silberritzung.

Aus den eigentlichen Kaukasusländern und ihrer nähern Umgebung stammen zwei Satteltaschen in farbigen Mustern in Knüpfteppichtechnik gearbeitet aus Transkaukasien und Transkaspien, eine georgische Tuchmütze, zwei Kinderspielzeuge, worunter eine Kinderschleuder der Tataren aus Daghestan, ebendaher drei kleine hölzerne Pfeifenköpfe mit zierlicher eingelegter Arbeit aus Messingdraht, zwei Gurten aus Wollengewebe. Von den Tataren aus Nucha kommt ein Rucksack aus Rehfell, von den Kurden der Araratgegend drei originelle Puppen.

Endlich verdanken wir noch der Vermittlung von Herrn Prof. *J. Wackernagel* in Basel eine sehr originelle, hübsch aus einem Adlerknochen gearbeitete Flöte vom Boz Dagh in Kleinasien, dem Tmolus südlich von Sardes, die uns Herr Prof. *Littmann* in Göttingen schenkte.

Vorderindien, Hinterindien und Malayischer Archipel.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *Fritz Sarasin.*)

Vorderindien ist im Zuwachs dieses Jahres bloss vertreten durch eine geflochtene Matte von den *Malediven*, wo diese Technik, was den Geschmack der Ornamentierung betrifft, eine ausserordentlich hohe Stufe erreicht hat (Geschenk von Frau Ratsherr *E. Sarasin*), einen aus Holz geschnitzten Elephanten von der Malabarküste (*F. S.*) und eine Reproduktion eines indischen Gemäldes (Geschenk von Herrn Prof. *E. A. Stückelberg*). Reichlicher *Ceylon*. Von der im Winter 1907 durch *P.* und *F. S.* unternommenen Reise, deren Ziel die Erforschung der Steinzeit der genannten Insel gewesen war, stammen folgende Objekte, die jetzt der Sammlung übergeben worden sind: Erstlich das gesamte Arbeitsgerät tamilischer, aus Madras stammender, aber in Ceylon arbeitender Töpfer. Es sind dies eine mächtige, radförmige und mit einem Lehmüberzug beschwerte Drehscheibe, sodann sehr eigentümliche, teils aus Büffelhorn, teils aus Holz gearbeitete Stempel, mit denen erhabene Ornamente auf den noch weichen Töpfen eingedrückt werden, Polierstein zum Glätten des Thons, hölzerne Klopfbrettchen und Widerlagersteine mit Handgriff aus Granit, mittelst welch' letzterer Geräte dem, wenn von der Drehscheibe abgehoben oder richtiger abgeschnitten, noch bodenlosen Topf ein Boden angesetzt wird, endlich ein ganzer Topf, um die Ornamentierung durch die oben erwähnten Stempel: Reihen, Rosetten und herzförmige Komplexe kleiner Erhabenheiten, zu demonstrieren. Als prähistorische Relikte haben *P.* und *F. S.* in ihrer Arbeit über die Steinzeit von Ceylon Randstücke von Töpfen beschrieben und abgebildet mit Reihen von Fingereindrücken, genau der Ornamentierung entsprechend, wie sie bei uns die neolithische Töpferei kennt; die Fingerspitze wird zu diesem Zweck mit einem feuchten Lappen umwickelt. In dieselbe Kategorie uralter Tradition gehört ein Glasnucleus, geschlagen aus dem dicken Boden einer Bierflasche und davon abgesprengte Scherben, mit denen ärmere Tamil-Kulis sich zur Stunde noch rasieren.

Aus einer *Wedda*-Höhle bei Kaloday, Ost-Ceylon, stammt eine von Hand geformte und schlecht gebrannte Thonschale, wie sie Kulturweddas, in Nachahmung ihrer singhalesischen Nachbarn, mühsam zustande kneten und ebendaher ein Zeremonialpfeil, ein beidseitig zugespitztes, rundes Holzstäbchen, gelb bemalt mit schwarzen Bändern. Der in der Höhle hausende Wedda gab an, er trage diesen Pfeil auf der Jagd im Gürtel, als Verehrung einer singhalesischen Gottheit, die er Bakirawa nannte; es helfe dies zum Erfolg der Jagd. Die Verehrung des Pfeils kommt bekanntlich auch bei den Weddatänzen und bei anderen Zeremonien zum Ausdruck (vergl. *P.* und *F. S.*, die Wedda von Ceylon und *Seligmann,* The Veddas).

Aus den *Himalayaländern* stammen ein reich mit Silber an Griff und Scheide beschlagenes Messer und ein eiserner Stempel, beide geschenkt von Herrn Prof. *A. Buxtorf;* aus *Siam* einige alte, bunte Fayencestücke von der Bekleidung der What-Cheng Pagode zu Bangkok, Geschenk von Herrn *G. Passavant* und eine bronzene, sitzende Buddhastatue (*F. S.*). Eine kupferne Gebetmühle aus Tibet hatte sich ins Brockenhaus verirrt und wurde dort erworben.

Malayischer Archipel. Unsere umfangreichen Sammlungen aus den grossen Sundainseln sind, wie schon einmal betont, ausser denen von Celebes, fast ausschliesslich durch die Tätigkeit und die Liberalität der jungen Geologen zusammengebracht worden, welche aus dem hiesigen Geologischen Institut hervorgegangen, in Niederländisch Indien Gelegenheit zu praktischer Verwertung ihrer Kenntnisse gefunden haben. So ist uns auch dieses Jahr wieder von einem Geologen, Herrn Dr. *W. Bernoulli,* eine wertvolle Sammlung aus Borneo zugekommen, welche vieles enthält, was uns bisher gefehlt hatte und somit einen höchst erwünschten Zuwachs bedeutet. Die *Bernoulli*'sche Sammlung ist vornehmlich im östlichen Borneo, im Gebiet des nach Osten abfliessenden Bulongan- oder Kajanflusses angelegt worden und zwar sowohl in dem gut bevölkerten Hochplateau des Oberlaufs, wo die Apukajan-Dajak, ein Glied der Kenja-Gruppe, wohnen, als bei den Segai-Dajak am Unterlauf des Flusses. Reichlich sind in der Schenkung Schmuckgegenstände der genannten Dajak-Stämme vertreten. Hieher gehört eine grosse Reihe von Tätowierbrettchen mit in Hochrelief aufs eleganteste geschnitzten Figuren, sowohl Tier- und Pflanzenmustern, als geometrischen Ornamenten. Die Brettchen werden von den Männern für die Frauen geschnitzt und mit Russ beschmiert, auf der Haut abgedrückt, worauf dann die schmerzhafte Prozedur des eigentlichen Tätowierens, durch Hineintreiben von Dammarruss in die Haut folgt, als deren Ergebnis die Muster als blaue, unzerstörbare Linien die Haut schmücken. Während der Frauenkörper zuweilen fast ganz mit Schmucklinien bedeckt wird, begnügen sich die Männer der Bulongan-Stämme mit einer Schulterrosette. Höchst eigenartig sind Ohrgehänge, geschnitzt aus dem dicken Schnabel eines Nashornvogels; die wachsartig gelbe, nach aussen zu rötliche Farbe des Schnabelhorns gibt diesen bizarren Schnitzereien einen eigenen Reiz. Andere Ohrgehänge sind aus Pantherzähnen gearbeitet. Zum Schmuck gehören auch aus schwarzem Rotang geflochtene Kniebänder. Von Kleidungsstücken sind vorhanden zahlreiche Hüte, meist Frauenhüte, zum Teil von gewaltigen Dimensionen, über 70 cm im Durchmesser haltend, einige aufs zierlichste dekoriert mit bunten Flechtwerkmustern, Malerei, Glasperlenstickerei oder ausgeschnittenen Figuren, weiter Jacke, Kopf- und Lendentuch aus rotbraunem Baumbaststoff, ferner geflochtene Sitzmatten, von den Männern, wie auf Celebes, hinten umgehängt, um auch auf feuchtem Boden trocken zu sitzen. Ein Kriegs- oder Festkleid aus Zibetkatzenfell, von schmal rechteckiger Form, mit Oeffnung zum Hindurchstecken des Kopfes, vorne geschmückt mit aufgenähten, halbierten Nashornvogelschnäbeln, auf den Schultern mit Federrosetten, auf dem Rücken mit zahlreichen langen, schwarz und weissen Federn des Nashornvogels, verdient besondere Erwähnung; hiezu zwei Mützen, aus Rotang geflochten, mit Glasperlenstickerei überzogen und geschmückt mit schwarz, weiss und roten Ziegenhaaren und mit aufgesteckten langen Federn des Argusfasans und Nashornvogels.

Selbstverständlich fehlen die Waffen in der Sammlung nicht, Holzschilde, schwarz mit hellen Rotangstreifen oder auf hellem Grunde mit Ungeheuer-Figuren bemalt und mit dichtstehenden Haarreihen besetzt, Schwerter mit zierlich geschnitzten Griffen aus Holz oder Hirschhorn, auch eine Reihe isolierter Griffe zum Studium der komplizierten Ornamentik, deren Schlüssel wir *Nieuwenhuis* verdanken, Köcher für Blasrohrpfeile und Pfeilgift. Hiezu mancherlei Hausgerät, Holzdosen für Feuerzeug, Bambusdosen für Sirih, mit schwarzen Ornamenten und geschnitzten Holzstöpseln, Rucksäcke aus Rotangflechtwerk u. a. m.

Aus einem andern Teile Borneos, vom oberen Kapuasfluss, stammen als höchst willkommener Zuwachs, da bisher fehlend, zwei hölzerne Geistermasken mit bunter Bemalung, Augen aus Messingdeckeln und mächtigen, von nachgebildeten hölzernen Pantherzähnen durchbohrten Ohren, an denen schwere Gehänge befestigt sind. Diese Masken werden bei Tänzen gebraucht, die den Geist des Reises zurückrufen sollen, da bei dessen Entweichen Missernte eintritt. Zu erwähnen ist noch ein Dolch, Griff und Klinge aus Metall, wie es scheint, Kupfer, aus dem südlichen Zentralborneo und ein Schwert mit Vogelkopfgriff von den Sulu-Inseln.

Hieran reihen sich Gegenstände der Kulturmalayen des Sultanats Brunei, geschnitzte Reislöffel, Messingdosen, silberne Ohrknöpfe, endlich eine grosse Serie von Modellen, die verschiedenen Bootstypen der grossen Insel repräsentierend.

Derselben Schenkung gehört auch ein grosses, auf Leinwand gemaltes Gemälde mythologischen Inhalts von der Insel *Bali* an, ein typisches Belegstück der alten Hindukultur, die auf Bali und Lombok sich erhalten hat und wie eine Insel rings von der islamitischen Hochflut umbrandet wird.

Der Zuwachs der asiatisch-malayischen Abteilung beläuft sich dieses Jahr auf 108 Nummern.

Als dieser Jahresbericht schon in Arbeit war, traf unvermutet eine zweite grosse Borneo-Sammlung ein, dieses Mal aus einem anderen Inselteile, dem britischen Nord-Borneo. Auch diese Sendung, die erst im nächsten Berichte gewürdigt werden kann, verdanken wir einem jungen Basler Geologen, Herrn Dr. *G. Niethammer*. Leider wird es die letzte sein, mit der sein Eifer unser Museum bereichert hat, da ein trauriges Geschick dieses vielversprechende Leben allzufrüh geknickt hat. Dr. *Niethammer* ist auf Java gestorben. Wir werden dafür Sorge tragen, dass seine Sammlungen in unserem Museum eine bleibende Erinnerung an den jungen Gelehrten bilden.

China - Japan.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *Felix Speiser.*)

Der wichtigste Zuwachs ward der Sammlung durch ein Geschenk der Erben von Frau Witwe *Krayer-Foerster* sel. Es sind lauter Dinge, die unser früheres hochgeschätztes Kommissionsmitglied, Herr *A. Krayer-Foerster* in den 60er Jahren in China erworben hat; sie bilden eine prachtvolle Ergänzung zu den vielen schönen Dingen, die unser Museum bereits der Liberalität dieses feinsinnigen Sammlers verdankt. Es können hier nur die wichtigsten Stücke der etwa 100 Nummern umfassenden Schenkung namhaft gemacht werden.

Eine Zierde der Sammlung bildet ein Hofgewand, das aus dem in der Taipingrevolution zerstörten Sommerpalaste der chinesischen Kaiser stammt. Es besteht aus indigo-blauer Seide und ist reich mit Gold, Dunkelblau und Rot bestickt. In Gold sind die prachtvoll stilisierten Drachen ausgeführt, je einer auf Brust und Rücken; kleinere Drachen sind an den Manschetten angebracht. Den untern Saum des Kleides bildet eine stilisierte Darstellung des Meeres, und darüber schweben dunkelblaue oder weisse Arabesken, welche Wolken bedeuten; ein Mandarinenhut vervollständigt das Kostüm. Unter den Stickereien erwähnen wir einen wundervollen Teppich, der auf krapprotem Grunde aufgenähte und aufgestickte Figuren zeigt.

Zwar Stickerei, mehr aber ein Gemälde ist ein weiteres Stück, auf welchem dargestellt wird, wie in heroischer Landschaft Pilger einen Heiligen besuchen und ihm Gaben darbringen. Das Gemälde ist aus Tuchstücken zusammengesetzt, die auf ein Grundtuch aufgenäht sind. Die Tuchstücke sind entweder einfarbig oder in Mustern gewebt, teilweise auch bemalt (z. B. die Gesichter). Jede Figur hat ihren eigenen Charakter im Gesicht und in der Kleidung, und bei genauem Betrachten findet man eine derartige Fülle von reizvollen Feinheiten der Ausführung, dass man das Stück wohl als ein grosses Kunstwerk bezeichnen darf.

Es mögen an dieser Stelle noch fünf auf Papier gemalte Gemälde angeführt werden, die, wenn auch nicht sehr alten Ursprungs, doch aus der Zeit der guten chinesischen Kunst stammen. Sie stellen Heilige dar, auch häusliche Szenen, z. B. Damen mit Kindern. Die Schönheit der Gemälde ist nicht in die Augen springend; der gemächliche Beschauer wird aber bald in ihnen allerlei feine Reize der Linienführung, des Faltenwurfes und der Farbenzusammenstellung erkennen. Es sind das die Zeichen einer alten Kultur und alter Kunsttradition. Diese hat in China ein gewisses Niveau handwerksmässigen Könnens geschaffen, das auch nicht erstklassigen Kunstwerken Qualität verleiht.

Dies erkennt man z. B. an den Büchern mit Malereien auf Reispapier, deren wir auch eine Anzahl erhalten haben. Hier handelt es sich um Kleinkunst; es sind Käfer, Raupen, Schmetterlinge, Vögel, Kostüme, Strassenszenen und dergleichen dargestellt. Man erkennt die Freude an den leuchtenden Farben und an der zierlichen und naturgetreuen Wiedergabe bizarr geformter Gebilde, die diese Malerei hervorgerufen hat, in denen eine Meisterschaft der Pinselführung zu erkennen ist, die verblüfft.

Weniger grossen Kunstwert, dafür desto mehr Sammelwert hat eine Mappe mit alten chinesischen Kupferstichen. Sie stellen Schlachten dar und dürften seltene Stücke sein.

Als eine hervorragende Arbeit ist ein reich mit landwirtschaftlichen Szenen beschnitztes Holzkästchen zu bezeichnen, das von einem der ersten Holzschnitzer Chinas in den fünfziger Jahren angefertigt wurde. Auch dieses Stück macht dem chinesischen Kunstgewerbe alle Ehre.

Für die Kostümgeschichte von China sind von Wert zahlreiche Puppenfigürchen aus Thon oder Papiermaché, die Personen aller Stände darstellen, auch Fuhrwerke und Haustiere.

Die Schenkung enthält ferner eine grosse Sammlung chinesischer Münzen aus Bronze, Silber und Gold, darunter alte Stücke in Messerform. Für eine Bestimmung der Münzen werden wir einen Kenner zu Rate ziehen müssen.

Wir erwähnen weiter zwei silberne Kämme, wie sie von den Taipingrebellen getragen wurden, um den Zopf zu befestigen, dessen Tragen, resp. Hängenlassen von den Insurgenten auf das strengste verboten war, zu dessen Entfernung sich aber die meisten nicht entschliessen konnten. Gegen eine Abgabe erhielten diese nun die Ermächtigung zum Beibehalten des Zopfes und als Zeichen den Kamm. Der sonst glatt rasierte Vorderschädel durfte aber nicht geschoren werden, was den Köpfen ein verwildertes Aussehen gab. Daher der allgemein gebräuchliche Beiname der Taiping „Psang-Mau“: „langhaarige“.

Endlich sollen noch beiläufig erwähnt sein zahlreiche Gegenstände des täglichen Gebrauchs, als da sind Essbestecke, Kissen, Lackschalen und -Platten, Pfeifen, Feuerzeug, eine bemalte Laterne und dergleichen.

Ausser der *Krayer-Foerster*'schen Schenkung hat die chinesische Abteilung noch eine weitere, sehr erfreuliche zu verzeichnen. Herr *G. Passavant-Fichter* übergab uns sechs Ziegelfragmente von den Gräbern der Mingkaiser. Es sind runde oder halbmondförmige, gelbglasierte Ziegel, auf denen der kaiserliche Drache modelliert ist. Die Stücke sind nicht nur wegen ihres Alters wertvoll, sondern auch als

Zeugnisse der Kunstfertigkeit der chinesischen Töpfer der Ming-Dynastie. Die Drachenfiguren sind nämlich nicht mittelst Modeln hergestellt, sondern auf jedem Stück freihändig modelliert. Jede Figur ist daher ein selbständiges Kunstwerk, und bei allen fällt die Sicherheit des Geschmacks auf, mit dem die Figuren in den gegebenen Raum hineinkomponiert sind.

Wir freuen uns, dass unsere chinesischen Schätze bald in einem ihrer würdigen Raum Aufstellung finden können.

Australien und Melanesien.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *F. Sarasin.*)

Australien. In diesem Gebiet hat der Vorsteher anlässlich seines dortigen Aufenthalts einige Objekte für das Museum gesammelt, die als Parallelen zu prähistorischen Dingen von Wichtigkeit sind, indem gar manches, was bei uns tief im Schoss der Höhlen neben Resten verschwundener Tierarten ruht, in Australien noch in lebendem Gebrauch ist und uns daher sehr wertvolle Aufschlüsse über die Art der Verwendung geben kann. Hieher gehören Spitzen aus Quarzit mit dem Harzknollen, der sie am Lanzenschaft befestigte und Steinmesser, deren Handgriff ein ovaler, flacher Harzklumpen bildet. Schwer erhältlich sind die nur in Zentralaustralien noch zu findenden, mit einem bemalten Holzgriff versehenen Steinmesser, von denen auch eines vorliegt. Die Verbindung des breiten Holzgriffes mit der Steinklinge geschieht gleichfalls durch Harz; die Scheide besteht aus Rinde, umwickelt mit Fellschnur. Einige Churinga's oder Seelensteine sind ebenfalls in der Sammlung vertreten; zwei wurstförmig gestaltete und mit rotem Ocker beschmierte Stücke sind zum Verwechseln ähnlich gewissen Galets coloriés und ihren Magdalénienzeitlichen Vorläufern aus der Höhle Birseck in unserer Nachbarschaft.

Neu-Guinea. Von Herrn Dr. *P. Staudinger* in Berlin erhielten wir ein gefasstes Steinbeil und einige Schildpattarmbänder von der Nordküste des deutschen Inselteils, vom *Vorsteher* einen der erst in neuerer Zeit bekannt gewordenen präparierten Menschenschädel vom Kaiserin Augustafluss. Das Gesicht ist aus einer Lateritmasse (nach einer Arbeit von *Schlaginhaufen*) sehr fein und lebenswahr dem Schädel aufmodelliert und bunt bemalt, die Augen aus Cypraeaschnecken gebildet, die Haarlöckchen, die das Gesicht umrahmen, sind einzeln in einen Wulst von Laterit eingesteckt. Die Bedeutung der Schädel, ob Ahnenkult oder Kriegstrophäe, ist einstweilen unbekannt.

Salomonsinseln. Es ist bedauerlich, dass unsere Sammlung nur wenige Proben von der hohen Kunstfertigkeit besitzt, welche die Salomon-Insulaner in ihren Arbeiten aus Holz mit Einlagen von Perlmutter an den Tag legen und um so erfreulicher, dass wir Herrn Dr. *Felix Speiser* ein schönes, altes Stück dieser Art verdanken können. Es ist eine grosse Holzschüssel in Vogelform, hinten in einen Schwanz auslaufend, vorne mit zwei Köpfen, von denen jeder im Schnabel einen Delphin hält, das ganze reichlich mit Perlmuttereinlagen geschmückt; es stammt von der Insel Guadalcanar.

Neue Hebriden. Im Jahresberichte für 1913 ist von der Sammlung aus den Santa Cruz-Inseln die Rede gewesen, welche Herr Dr. *Felix Speiser* dem Museum mitgebracht hat. Die viel umfangreicheren Bestände aus den Neuen Hebriden waren bis vor kurzer Zeit in Stall und Remise des Hauses Albangraben 22 magaziniert. Ihre Überführung in einen fertig gewordenen Vorratsraum des Neubaus gestattete Herrn *Speiser,* sie zu ordnen und die von ihm für das Museum bestimmte Hauptsammlung von den Doublettenreihen zu sondern. Bis jetzt hat Herr *Speiser* 1600 Nummern als Geschenk an das Museum katalogisiert, aber damit ist das Ende noch nicht erreicht. Namentlich sind die prachtvolle Serie von aus Farnstämmen geschnitzten Kolossalstatuen, die grossen Trommeln und Holzidole, die modellierten Häuptlingskörper von Malekula, sowie zahlreiche Tanzmasken und auch noch vieles andere noch nicht in den Katalog aufgenommen.

Es kann natürlich keine Rede davon sein, hier eine auch noch so kurze Beschreibung der 1600 Objekte zu geben, und es ist dies auch umsoweniger geboten, als Herr *Speiser* selber eine umfangreiche Monographie darüber vorbereitet. Der hohe Wert der Sammlung liegt vor allem in den genauen Herkunftsnachweisen der Stücke. Einzelne Gegenstände sind von 10 bis 14 Inseln vertreten und zeigen somit aufs klarste die Verwandtschaften und die Abweichungen zwischen den verschiedenen Inseln an. So verteilen sich beispielsweise die 55 Kriegs-, Jagd- und Fischspeere und die 66 Holzkeulen auf die Inseln Ureparapara, Venualava, Gaua, Maevo, Aoba, Espiritu Santo, Malo, Pentecôte, Malekula, Ambrym, Epi, Efate, Erromanga und Tanna, und dasselbe gilt für die meisten Gegenstände. Von anderen Waffen sind zu nennen 48 Bogen, 88 Pfeile und Bündel von Pfeilen, 49 Schutzvorrichtungen aus Schildpatt, Holz, Trochusschale und Lianenspiralen gegen die zurückschnellende Bogenschnur, 10 Steinschleudern und 15 Wurfkeulen aus Stein und Korallenästen, diese letzteren alle von Tanna.

Unsagbar reichlich ist der Körperschmuck vertreten. Es genüge, namhaft zu machen 75 Kämme, 56 Haarschmucke aus Federn, Schneckenschalen und Schweineschwänzchen, 13 Stirnschmucke, 15 Nasenringe und Nasenstäbe, 67 Ohrschmucke, 56 Halsbänder aus den verschiedensten Materialien, 55 Armbänder aus Trochusschale, Muscheln, Flechtwerk, Glasperlen, Schildpatt, Kokosschalen etc., 3 Brustschmucke für Männer aus Schweinshauern, 6 Frauen- und Witwenbrustschmucke, 5 Kniebänder, hiezu 63 Gürtel für Männer und Frauen, sowie Schamschürzen und andere Bekleidungen. Zum Haushalt gehören 54 Messer aus Holz, Essspatel aus Schildkrötenrippen (2), sowie aus Knochen von Mensch und Schwein (22). Sehr bemerkenswert ist eine Serie von 31 hölzernen Speiseschalen mit oder ohne Fuss und teilweise reich skulpturiert. Weiter geflochtene Teller und Schalen (10), 28 Kawaschalen und Becher aus Stein, Holz und Kokosschale, die Geräte zur Kawabereitung, Wasserbehälter aus Kokos und Kürbis, Raspeln für Früchte und Yamswurzeln, Schaber und Hobel aus Muschel- und Schneckenschalen (30), Kokosschaber (13), Brotfruchtklopfer, Mörserkeulen (27), Feuerzeuge, Fackeln, Feuerzangen, Fächer, Besen, Seile und Schnüre, 13 Beile mit Eisen-, Stein- und Tridacna-Klingen, 25 Thontöpfe und Thonschalen von Santo. Der Ackerbau ist durch Grabstöcke und Grabbretter (7) vertreten, Schiffahrt und Fischerei durch geschnitzte Bootschnäbel, Bootschöpfer, Ruder, Reusen und Netze, die Jagd durch diverse Fallen. Eine grosse Rolle spielen Musik-, Lärm- und Tanzgeräte. Die 50 vorhandenen Flöten, sowohl einfache, als zusammengesetzte Pansflöten, deuten auf eine grosse Beliebtheit dieses Instruments, hiezu Maultrommeln, Tritonshörner (9), Trommeln aus Bambus und Holz und diverse Lärmapparate. Zu diesen letzteren sind auch die aus klappernden Nüssen bestehenden Tanzrasseln (13) zu rechnen. Die Tanzgeräte (27) erscheinen in sehr verschiedenen Formen als Tanzstäbe, Tanzbretter, Tanzpfeile und Kopfschmucke; auch die 19 teilweise sehr grossen und bizarren Masken sind hieher zu rechnen. Ins metaphysische Gebiet führen 64 Amulette, den verschiedensten Zwecken dienend, Fruchtbarkeitszauber, Phallussteine, Opferkeulen zum Töten von Schweinen (8) und Grabfigurpfosten (3). Medizinisch-chirurgischer Natur sind die Aderlass-, Tätowier- und Beschneidungsgeräte, das aus Pandanusstreifen geflochtene Käppchen zum Deformieren der Schädel auf Malekula und 4 auf diese Weise deformierte Schädel. Ich erwähne schliesslich noch Muschel- und Federgeldschnüre, Spielzeuge, 60 Klingen von Stein- und Muschelbeilen, 4 Beilklingen aus Schildkrötenrippen, 12 Klopfsteine und diverse Architekturstücke von Hütten. Damit sei diese Aufzählung abgeschlossen, welche nur den Zweck haben kann, auf den grossen Reichtum der *Speiser*'schen Sammlung hinzuweisen. (Zuwachs der Abteilung Australien-Melanesien 1615 Nummern.)

Amerika.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *K. M. Forcart.*)

Die amerikanische Sammlung wurde in diesem Berichtsjahr um 38 Gegenstände bereichert, welche alle aus Südamerika stammen. Von der vom Museo etnografico in Buenos Aires erhaltenen Sendung wurde einstweilen eine Auswahl getroffen, die unserer Sammlung einverleibt wurde. Zu erwähnen ist hier eine Anzahl interessanter Thongefässe von der Begräbnisstätte in *Calchaquis,* einer Ortschaft in der Provinz Catamarca, Argentinien. Besonders verdienen mehrere grosse Vasen Beachtung, welche als Begräbnisurnen für Kinder gedient haben sollen. Während in der Literatur als Begräbnisarten in der altperuanischen Kultur die Mumifizierung (besonders der Häuptlinge) und die indirekte Bestattung erwähnt wurden, weisen diese Gefässe darauf hin, dass auch Urnenbestattung ausgeübt wurde.

Aus demselben Fundort, sowie von den in der Nähe befindlichen Ortschaften *Tilcara* (Provinz Iujuy) und *Cachi* (Provinz Salta) stammen die als „Pucos“ bezeichneten Begräbnisgeschirre, meist runde, aus rotem Ton bestehende Schalen mit weiter oberer Öffnung und kleinem Boden. Bei einigen sind Henkel oder auch nur Verzierungen an zwei gegenüberliegenden Stellen des obern Randes angebracht. Die schwarze oder schwarz und weisse Bemalung, welche die Schale gewöhnlich in mehrere Felder abteilt und dieselben dann mit Spiralen oder rechteckigen Ornamenten ausfüllt, lässt bei einem dieser Pucos die Darstellung einer zweiköpfigen Schlange erraten.

Zwei grosse eiförmige Thongefässe mit enger oberer Öffnung mögen als Wasserbehälter gedient haben, während ein kleiner Krug und zwei tassenförmige Geschirre aus schwarzem Thon angeblich ebenfalls zu Begräbniszwecken verwendet worden sind.

Aus *Tilcara* stammt ferner noch eine Maismühle (Conana), bestehend aus einer grossen rechteckigen Steinplatte, auf welcher der Mais mittelst eines kleinern, flachen, rechteckigen Steines zu Mehl zerrieben wird. Bevor der Mais dieser Prozedur unterworfen wird, wird er in der „Pecana“ zerkleinert. Eine solche wurde ebenfalls von uns erworben. Sie besteht aus einem tellergrossen, ausgehöhlten Stein, in dessen Vertiefung eine steinerne Kugel kreisförmig bewegt wird.

Eine grössere Anzahl von Gegenständen aus *Feuerland* kam uns aus derselben Quelle zu. Von diesen sind zu erwähnen fünf schöne Exemplare von Harpunen, welche aus Walfischknochen angefertigt sind und zur Jagd auf Seehunde und grössere Fische dienen. Ein runder Weidenkorb enthält eine Anzahl Muscheln, darunter die Schale des Mytilus, welche den Feuerländern als Messer dient. Ein Rindenbecher wird sowohl als Trinkgefäss verwendet, als zum Ausschöpfen des Bootes gebraucht.

Zum Fang von Seeigeln, einer beliebten Speise der Feuerländer, dient ein Gegenstand, der in keinem Feuerländerboot fehlt; er besteht aus einem zirka armlangen Holzstab, der bis zur Hälfte in vier Teile gespalten ist, diese sind durch Querhölzer in gespreizter Stellung fixiert und an ihren Enden zugespitzt. Ferner ist zu erwähnen eine mit roter Farbe gefüllte Seehundblase.

Von Herrn Dr. *Armin Im Obersteg* wurde uns ein Gegenstand aus seiner Sammlung gütigst überlassen, der in Bezug auf die Webetechnik von grossem Interesse ist. Es handelt sich um einen primitiven Webestuhl der *Campas-Indianer,* die die Gegend des Chanchamayo-Flusses in Peru bewohnen. Derselbe ist hergestellt aus einem gebogenen Zweig, dessen Enden zusammengebunden sind. Die Kettenfäden sind so befestigt, dass sie durch den federnden Rahmen straff angespannt werden. Feine Holznadeln sind so durch die Kettenfäden geflochten, dass sie das Muster des Einschlages erkennen lassen. In der Arbeit von *A. van Gennep* (Etude d'ethnographie Sud-Américaine) ist dieser Webestuhl abgebildet und eingehend besprochen.

Europa.

(Bericht des Vorstehers, Prof. Dr. *Ed. Hoffmann-Krayer.*)

Das Jahr 1915 steht hinter dem Vorjahr in Bezug auf die Quantität des Zuwachses um ein Wesentliches zurück (313 Nummern gegen 495 im Jahre 1914); dagegen dürfen wir auch jetzt wieder dem fortgesetzten Interesse von Herrn Prof. *L. Rütimeyer* für unsere Abteilung eine ergologisch überaus bedeutende Kollektion von Gegenständen aus dem Lötschental verdanken, die gewiss zum Primitivsten gehören, was das heutige Europa noch aufzuweisen hat, und mit ganz besonderem Dank muss hervorgehoben werden, dass uns sämtliche Objekte geschenkweise übermittelt worden sind. Ihrem kulturgeschichtlichen Wert entsprechend, sei diese Kollektion hier im Zusammenhang aufgeführt, entgegen unserer Gewohnheit, den Zuwachs nach Stoffgruppen einzuteilen.

In erster Linie seien genannt 10 *Fastnachtsmasken* aus Blatten und aus Kippel, wovon eine aus dem Anfang des 19. Jhs., sämtlich die primitive Wildheit aufweisend, wie sie uns schon von den früher geschenkten Stücken her bekannt ist; neu in Bezug auf das Material sind zwei aus Arvenrinde geschnitzte Exemplare aus Kippel. Dazu gehört ein vollständiges *Maskenkostüm* (Schaffell, Gurt, Schellen und Stock). Auf eine noch ältere Kulturstufe mögen drei *Steinlampen* aus Ried und Blatten zurückreichen, von denen eine die Jahrzahl 1645 trägt, und ebenso die flachschüsselartigen *Brotlaibformen,* eine steinerne von 1690 und eine hölzerne von 1794. Als ältestes *Kerbholz* unserer Sammlung sei das Kippeler „Alpscheit“ von 1605 besonders hervorgehoben, und diesem sei eine von Herrn Dr. *Schorer* in Bern geschenkte Alptessel, ebenfalls aus Kippel, angereiht. Zum landwirtschaftlichen Gerät gehört eine sog. *„Deckhaue“;* es ist dies eine langstielige Hacke, die in Blatten den Rechen vertritt. Das Industriegerät ist durch eine hölzerne *Spindel* von schweren Dimensionen vertreten. Die *Spieltierchen*sammlung wurde nicht nur der Zahl nach vermehrt, sondern es kamen ganz neue, bedeutungsvolle Typen hinzu: so die durch Fussknochen (Astragali und Metatarsi) des Rindes und des Schweines dargestellten Kühe, Hirten u. a., die sich als solche nur durch charakteristische Attribute kennzeichnen, zweifellos das primitivste Kinderspielzeug der Erde. Sie stammen aus Blatten und Eisten. Ihnen reihen sich würdig an die aus einfachen Gabelzweigen hergestellten Tiere und andere Objekte (Stier, Kühe, Ziegen, Hirten, Pferd, Wasserrinne) aus Kippel, ähnlich den im vorigen Jahre von Dr. *Stebler* geschenkten Stücken. Durch die freundliche Vermittlung von Herrn Prof. *Rütimeyer* haben wir auch noch von andern Personen ähnliche Spieltierchen erhalten, so aus Arosa von Frl. *Betty Ernst* (Heidelberg): teilweise bemalte Knochenkühe (sog. „Beinerchüeli“), eine Heerkuh mit „Plümpa“ (grosse Schelle), eine Kuh mit „Tscheppel“ (Kranz) zur Alpfahrt aufgeputzt, einen Stier („Pfarr“), endlich ein „Kalbji“ oder „Galtji“; aus dem Prättigau zwei dem Evolenertypus verwandte Kühe aus Holz. Frau Prof. *Rütimeyer* vermehrte die Sammlung in willkommener Weise durch Spende von 15 Stück Knochenkühen aus dem Sertigtal, wo die Kinder noch täglich mit solchen Tierchen spielen, während der Gebrauch in Arosa zurückgegangen sein soll.

Es sei Herrn Prof. *Rütimeyer* auch an diesem Ort unser wärmster Dank für seine rastlose und uneigennützige Sammeltätigkeit im Dienste unserer Abteilung ausgesprochen.

Wir lassen nun den übrigen Zuwachs, mit Übergehung des Unwesentlichen, in Stoffgruppen aufgeteilt, folgen.

Landwirtschaft und *Viehhaltung.* Aus Uezwil (Kt. Aargau) wurde ein gewaltiger radförmiger Obstmahlstein erworben, wie sie heute nicht mehr häufig in der Schweiz zu sehen sind; er bildet eine willkommene Ergänzung zu der bereits vorhandenen Obstpresse, die wir auch in einer jetzt veralteten Form besitzen. Zwei hölzerne Garbenknebel wurden in der Vacherie-dessus (Berner Jura) gekauft; ein merkwürdiges säbelförmiges Instrument, das aus der Innerschweiz stammt, scheint ebenfalls landwirtschaftlichen Zwecken gedient zu haben (zur Rodung von Gestrüpp?). Herr Dr. *Gessler,* Assistent am

Schweiz. Landesmuseum, hält es schon wegen der Grösse für ausgeschlossen, dass das Stück je als Säbel gedient hat. Der Viehhaltung gehört an eine von Frau *Burckhardt-Heussler* geschenkte Salzmühle aus dem Basler Jura, wie sie früher zur Zubereitung des Gelecks in unsern Gegenden vielfach in Gebrauch waren, während ein von Geisshirten im Val de Bagnes verwendetes einfaches Bockshorn in ältere Kulturstufen zurückweist.

Von *Fahrgeräten* möchten wir das Hinterstück eines wohl noch ins 18. Jahrhundert zurückreichenden Wagens aus dem Kanton Zug nicht unerwähnt lassen, weil die stark nach aussen gehende Winkelstellung der Speichen zur Achse eine Radform aufweist, die namentlich auf schlecht gepflegten Wegen oder im abschüssigen Gelände verwendet wird. Ein hölzernes *Fahrrad,* ein Zwischending zwischen der Dräsine und dem Typus der 70er Jahre, wurde aus Wülflingen eingesandt, ein alter *Kinderwagen,* in seinen Formen etwa der Chaise des 18. Jahrhunderts entsprechend, stammt aus Ober-Winterthur.

Zum *Handwerksgerät* übergehend, seien zunächst einige Objekte aus Ostermundingen erwähnt, die Herr *J. Stuber* von einem dortigen Aufenthalt mitgebracht hat. Es sind zwei Instrumente zur Herstellung von Rechen: ein Bohrstuhl, mit dem die Löcher für die Zinken gebohrt werden und ein Zinkenhobel. Ferner zwei kleinere Spaltsägen, eine Schmiedzange und eine kleine Drehbank. Aus der Innerschweiz wurden erworben: ein Randhammer, ein Sichelgertel, ein Schusterambos, eine Wurstspritze und verschiedenes Küblerwerkzeug. Eine eigenartige Breitaxtform, fast an eine Schlagwaffe erinnernd, wurde uns aus der Sammlung des Herrn Oberst *Bleuler* durch das Schweiz. Landesmuseum gütigst vermittelt. Eine sehr willkommene und längst gesuchte Ergänzung unseres Schuhmacherwerkzeuges bildet endlich die von Herrn Nationalrat *Ed. Bally-Prior* in Schönenwerd geschenkte Glaskugel nebst zugehörigem „Galgen“, wie sie früher von Schuhmachern zur Konzentration des Lichtes auf die bearbeitete Stelle gebraucht wurden.

Von *Hausrat* ist wieder verschiedenes eingegangen. Wir erwähnen unter dieser Kategorie nur das, was sich nicht etwa durch eine besondere Technik auszeichnet. Aus der Innerschweiz erhielten wir einen schmiedeisernen, kreuzförmigen Stampfer zum Zerkleinern der Rüben, einen ehernen Kessel, ein altertümlich geformtes Hackmesser, eine lederne Feldflasche aus dem 17. Jahrhundert und eine hölzerne Mausefalle mit niederfallenden Klötzen, eine Form, die wohl diesem Gerät ebenso seinen Namen gegeben hat, wie die ganz analog konstruierte Türfalle mit den herabfallenden Holzriegeln. Ein eisernes Türschloss aus Mutschnengia hat Herr Dr. *G. Ryhiner*, einen eigenartig konstruierten Schlüssel von grossen Dimensionen aus Sitten der

Vorsteher geschenkt. Ein dreiteiliges Butzenscheibenfenster mit bemaltem Rahmen von einem abgebrochenen alten Hause wurde in Cham erworben, zwei Kinderwiegen von ähnlicher Form in Wülflingen und im Berner Jura (Gesch. *H.-K.*), eine grosse Holzschüssel in Ostermundingen, während wir eine ältere Mangvorrichtung von Frau *Lieb-Burckhardt* und ein Tintenfass mit Einsteckspitze von Herrn Prof. *Haegler* als Geschenk erhalten haben.

Zur *Tracht* gehört eine vorzüglich erhaltene Rosshaarmütze, sog. „Dachlimütze" aus dem Kanton Zug, die etwa in die 1820er oder 30er Jahre zurückdatieren mag; ferner zwei bulgarische Gürtel („Kolani") und ein bulgarisches Hemd, erstere in bunten Farben gewoben und bestickt, letzteres in Buntstickerei auf weisser Leinwand.

Als *Textilgerät* seien angeführt zwei Bandwebstühlchen aus Wülflingen (dazu ein Webemusterbuch) und aus dem Berner Jura (Gesch. *H.-K.*), als *Geflechte* zwei Tragtaschen, wovon eine wiederum aus dem Berner Jura (Gesch. *H.-K.*), die andere aus Bosnien (Gesch. *Karl Thurneysen*).

Die Gruppe der *Holzschnitzerei* ist nur um zwei Stücke vermehrt worden: ein reich en relief geschnitztes, rot und blau bemaltes Kästchen aus Tagolsheim (Elsass) und eine in ihren Drachenkopfmotiven an nordische Schnitzereien erinnernde Bohrwinde aus Siders, letztere geschenkt vom *Vorsteher*.

Mehr qualitativ, als quantitativ beachtenswert ist der Zuwachs an *Keramik*. Besonders originell durch Form und Ausführung sind hier vier durch einen Basler Antiquar in Langnau erworbene Krüge verschiedener Form, die sich namentlich durch die für das Langnauergeschirr charakteristische Applikationstechnik auszeichnen. Im übrigen gehören sie nicht der künstlerisch höchststehenden Periode der Langnauer Keramik an, sondern zeigen mehr knorrig-bäurischen Geschmack. Zwei Blankenburger Teller (Simmental) aus der dekadenten Zeit in einem bisher noch nicht vertretenen Typus wurden durch den *Vorsteher* in Zweisimmen erworben und der Sammlung geschenkt. Ausserdem kamen hinzu zwei thönerne Stossbutterfässer, wohl beide Langnauer Produkt, und zwei Giessfässer, wovon eines vermutlich Heimberger Keramik; das andere trägt Langnauer Gepräge, muss jedoch laut Aufschrift in Klein-Wangen (Kt. Luzern) hergestellt worden sein.

Von Gegenständen aus *Glas* nennen wir fünf geschliffene Bauernscheiben aus dem Kanton Bern.

Zur *Metallbearbeitung* können zwei Paar gegossene und ziselierte bulgarische Kleiderschnallen gerechnet werden; ebenso eine Feldflasche aus getriebenem Eisenblech mit Blumenmotiven. Die auf einem angelöteten Messingblättchen vermerkte Jahrzahl 1785 scheint wesentlich später als das Objekt selbst.

Auch die sonstige *Volkskunst* hat numerisch keinen grossen Zuwachs erhalten. Erworben wurde in Zürich ein sog. Pergamentbild mit reich durchbrochener Ausschnittechnik (wohl Klosterarbeit); Herr Prof. *Stückelberg* schenkte eine Hinterglasmalerei aus dem Sundgau, Herr *E. R. Seiler* zwei zierlich gearbeitete Nadelstichbilder aus dem 18. Jahrhundert; neun bemalte Liebesbriefe, teilweise noch aus dem 17. Jahrhundert, wurden von dem *Staats-Archiv* deponiert.

Reich dagegen ist die Ernte an *Kerbhölzern*. Das Hauptstück ist bei der Schenkung *Rütimeyer* oben erwähnt worden. Während eines Sommeraufenthalts im Leukerbad konnte der *Vorsteher* den ganzen Tesselnbestand der Gemeinde Albinen erwerben (13 Bund Wässer- und Alptesseln mit über 1000 Einzelhölzern und einen Stab mit eingekerbten Hauszeichen; Gesch. *H. K.*), ferner durch die gütige Vermittlung des über achtzigjährigen alt-Präsidenten *Peter Marie Gentinetta* sieben Bund Wässer- und Alptesseln aus Feschel. Eine Alptessel und eine lederne Eigentumsmarke aus dem Val de Bagnes verdanken wir Herrn *Gabbud* in Lourtier.

Die Tesseln leiten uns zum *Volksbrauch* über. Hier ist an erster Stelle mit besonderm Nachdruck die schöne Schenkung von nicht weniger als 22 hölzernen Fastnachtsmasken aus dem Sarganserland hervorzuheben, durch Herrn Prof. *O. Stoll* in Zürich, die um so verdankenswerter ist, als sich unter diesen interessanten Stücken die ältesten in jener Gegend noch vorhandenen Typen befinden. Ebenfalls eine Sitte des Sarganserlandes ist der sog. „Maimann", eine Strohfigur, die in der Nacht auf den 1. Mai denjenigen Mädchen als Schandenbezeugung vor das Haus gehängt wird, die sich im Laufe des Jahres irgend ein Vergehen gegen die strengen Sittlichkeitsvorschriften der Knabenschaften haben zu Schulden kommen lassen. Die im Jahre 1915 zu Sargans aufgehängte Strohfigur stellt einen schweizerischen Dragoner dar und wurde durch Vermittlung von Herrn Dr. *W. Manz* in Zürich durch Frl. *Anny Schneider* in Mels geschenkt. Eine hölzerne Halbmaske, vermutlich aus Basel, verdanken wir Herrn Dr. *W. Vischer*, einen Konfirmationskranz aus Sempach Herrn Gemeindepräsident *Schaller* in Sisikon, einen Palmsonntagsbusch Herrn *Lörch* in Lindencham.

Eine nicht unbedeutende Vermehrung hat, auch abgesehen von den Gegenständen der Rütimeyer'schen Kollektion, das *Spielzeug* erfahren. Von Herrn *Th. Delachaux* in Cormondrèche bei Neuenburg sind uns wiederum 12 hölzerne Spieltierchen aus Château d'Oex, Flims und Stampa schenkweise zugegangen; sieben fayencene von der Basler Messe hat der *Vorsteher* geschenkt. Diese Produkte, wie auch ein Hund und eine Katze aus dem Val de Bagnes, ein Pferd aus Ostermundingen (Gesch. *J. Ramseier*) gehören mehr der physioplastischen Tiernachbildung an. Wir werden aber in Zukunft auch auf diese Erzeugnisse des Volkes unser Augenmerk richten müssen, um so mehr, als ja die urälteste Naturnachbildung der Menschen physioplastisch war. Späteres Spielzeug sind ferner eine Kinderarmbrust aus Ostermundingen, ein Paar Stelzen aus der Innerschweiz und eine Kuhglocke, bestehend in einem einfachen Holzkonus, aus dem Val de Bagnes. Von Spielgerät für Erwachsene ist einiges Wenige neu hinzugekommen. Erwähnenswert, weil wohl ziemlich vereinzelt, ist ein ca. 20 cm dicker, ca. 150 cm hoher zylindrischer Pfosten, auf dem ein roh gemalter menschlicher Kopf sitzt, der an einem Scharnier rückwärts umgeklappt werden kann. Laut Informationen aus Birmensdorf, woher das Stück stammt, wurde es als Ballwurfziel verwendet; aber auch derartige Ballspiele sind in unserm Lande eine Seltenheit. Spanischer Herkunft sind zwei Paar Kastagnetten (Gesch. *H.-K.*), bosnischer eine einsaitige Gitarre („Gusla“) und eine hölzerne Doppelflöte mit Ritzornamentik („Swierka“), beide geschenkt von Herrn *Karl Thurneysen*. Herrn *E. R. Seiler* verdanken wir einen Holzfächer und zwei hölzerne Vögel, beide in der gleichen Technik ausgeführt: Spaltung in dünne Stäbchen der Faser nach und fächerförmiges Verspreizen derselben; der Fächer wurde von einem schweizerischen Soldaten, die Vögel von russischen Gefangenen in Deutschland hergestellt. Ebenfalls unserer einheimischen Soldatenkunst entstammt ein von Herrn Füs. *P. Christ* gefundenes, aus einem Aststück geschnitztes Teufelsfigürchen und ein von Herrn *A. Alioth-Schlumberger* eingesandtes „Wirtshausschild“.

Als *medizinisches* Gerät nennen wir einige in Wülflingen erworbene Tierarznei-Instrumente.

Zur *Volksreligion* übergehend, verzeichnen wir zunächst einige Votivglieder aus den Kantonen Zug und Wallis (Geschenke von Frau *Stadlin-Fröhlich* in Zug, Herrn *Gabbud* in Lourtier und *E. H.-K.*), ein Votivbild von 1698 stammt ebenfalls aus Zug, ein hölzernes, in rohesten Formen ausgesägtes und gezeichnetes Marienbild aus Obwalden (Gesch. von Dr. *Bächtold*); gekauft wurde in der Innerschweiz ein geschnitztes Christus- oder Gottvaterhaupt, das, hinten abgeflacht, an einer Zimmertür aufgenagelt war. — Das *israelitische* Kultgerät wurde vermehrt durch zwei von Herrn Dr. jur. *Arnstein* geschenkte Gebetsriemen.

In das Gebiet des *Aberglaubens* schlägt dagegen ein: die „Clavicula Salomonis“ d. i. ein mit magischen Zeichen und Segensformeln beidseitig bemalter und beschriebener Pergamentstreifen, der für Zauberhandlungen verschiedener Art gebraucht wurde. Die seltene Streifenform (gewöhnlicher ist die Buchform), die auf die Schrift und Zeichnungen verwendete Sorgfalt und das Alter (17. Jahrhundert) machen das uns von Herrn *L. Aschwanden-Jauch* in Zug verkaufte Stück besonders beachtenswert. Weniger wertvoll dagegen, weil nur Facsimile eines seltenen Druckes, ist ein ähnliches religiös-abergläubisches Schriftstück: die „Länge Christi" (beide Objekte geschenkt von *H.-K.*).

Endlich sind der Abteilung drei Amulette geschenkt worden: Von Herrn Prof. *Haegler* ein als Anhänger gefasster Unterkiefer eines Fuchses, vermutlich aus dem Vorarlberg, und von Herrn *Karl Thurneysen* zwei herzförmige Kissenamulette, wie sie in Bosnien den Pferden zum Schutz gegen böse Mächte an die Halfter gehängt werden.

Bibliothek und Photographiensammlung.

Die Bibliothek hat einen schönen Zuwachs um 17 Reisewerke über China, Japan und Afrika durch die gütige Zuwendung der Erben von Frau *Krayer-Foerster* sel. erfahren. Ferner haben uns die Museen von Hamburg, Leiden und Leipzig mit ihren wertvollen Veröffentlichungen bedacht. Anderes, siehe die Geschenkliste, ging ein von den Herren Prof. *A. Buxtorf,* Prof. *E. Hoffmann-Krayer* und Dr. *J. Roux* (10 Arbeiten über die Aru- und Kei-Inseln). Hiezu die Jahresberichte einer Reihe von Anstalten.

Herr Dr. *F. Speiser* hat einen Zettelkatalog der Bibliothek hergestellt und einen ebensolchen unserer Photographiensammlung. Der letztere ist nach geographischen Gesichtspunkten geordnet, wie auch die Bilder nach Erdteilen und Ländern in Schachteln untergebracht sind. Das Bildermaterial ist zur Stunde noch ganz ungenügend, sowohl zur Illustrierung unserer Sammlungen, als auch zu Demonstrationszwecken, und eine Vermehrung wäre dringend wünschenswert. Eine solche sollte auch nicht allzuschwer zu erreichen sein, da sicher viele Private gerne bereit wären, auf Reisen gesammelte Photographien ethnologischer Natur dem Museum abzutreten.

Allen Gebern herzlichen Dank sagend, empfehlen wir die Sammlung für Völkerkunde aufs neue dem Wohlwollen der hohen Behörden und des Publikums.

Verzeichnis der Geschenke an die Sammlung für Völkerkunde im Jahre 1915.

Polarvölker.

Herr Prof. *L. Rütimeyer,* Basel: Pfriemen und Handgriff aus Rentier- und Elchhorn, verschiedene Holzgefässe für Haus- und Milchwirtschaft, Käseformen aus Birkenwurzeln, Netzsenker aus Rentierhorn, ein Paar Skier aus schwedisch Lappland, 1 Holzidol der Samojeden.

Afrika.

Herr Dr. *W. Bernoulli,* Basel: 2 arabische Bilder auf Holz.

„ Prof. *van Gennep,* Neuchâtel: Altägyptische Muster von Brettchenweberei.

Tit. *Museumsverein,* Basel: 18 Objekte der *Frobenius*sammlungen: Armringe, Armmanschetten aus Bronze und Gelbguss aus den Benueländern, Nordjoruba, Nordnigeria, Adamaua und Nordkamerun, Bronzedolch aus Adamaua, Stirnschmuck und Messinggeld der Muntschi, Ogbonifigur aus Bronze, 2 Ifabretter, Ifaschale aus Holz, Ifaklopfer aus Elfenbein, Tanzkeule des Schangodienstes aus Joruba.

Herr *E. Paravicini-Engel,* Basel: Opfertisch aus Marmor, Negadaperiode, 1 altägyptischer Holzhammer, Gefäss mit 11 Pfeilspitzen aus Kupfer aus Bubastis, Lederschild, Sudan.

„ *G. Passavant-Fichter,* Basel: 3 Ruder, Kamerun.

„ Prof. *L. Rütimeyer,* Basel: Haschischpfeife, Tanger.

„ *P. Staudinger,* Berlin: Holzlöffel, Kürbisschalen, Mütze, Tanzschellen, Tanzglocke aus Togo, Kaurischmuck, Messer und Ledertasche aus Dahome, Fussring aus Kupfer, Katanga, Schellenkette, Tanzaxt, Tabakpfeifen, Usambara.

„ Prof. *Thommen,* Basel: 1 Tintenfass, Ägypten.

„ *H. Vischer-v. Tscharner,* Kano: Dolche aus Bornu und Baghirmi sowie der Tuareg, Streitäxte der Haussa, Nigeria, Holzkeulen, Bogen, Pfeile, Köcher, Schild der Heidenstämme der Murchison-Ranges, Holzflöte, Pfeifenkopf, Rufhorn der Muntschi, Speere aus Nordnigeria, Streitäxte und Häuptlingskeulen, Dahome.

Vorderasien.

Herr Prof. *F. Egger,* Basel: Zierlöffel, Kürbisdosen, Steingefäss, Tiflis; Fellrucksack, Kinderspielzeuge, kauk. Tataren; Satteltaschen, Mütze, Pfeifenköpfe, Stockgriff, Gurten, Instrument zum Strickedrehen, Tuchbeutel, Kaukasusländer; 3 Puppen der Kurden vom Ararat.

,, Prof. *Littmann,* Göttingen: 1 Flöte aus Adlerknochen, Kleinasien.

Tausch.

Tanzmaske, Kamerun, Holzschmuck der Jaunde, Kamerun, Keulenstein vom Kilimandscharo, „Steingeld", Togo.

Vorderindien und Ceylon.

Frau Ratsherr *E. Sarasin-Sauvain,* Basel: Matte von den Malediven, Mütze aus Ceylon.

Herr Dr. *Fritz Sarasin,* Basel: Holzelephant von der Malabarküste.

Herren Drs. *P.* und *F. Sarasin,* Basel: Zeremonialpfeil und Thongefäss der Wedda von Ceylon; Drehscheibe und gesamtes Handwerksgerät der Tamil-Töpfer; Glasnucleus und Glasmesser, von Tamil-Kulis zum Rasieren gebraucht, Ceylon.

Herr Prof. Dr. *E. A. Stückelberg,* Basel: Reproduktion eines indischen Gemäldes.

Hinterindien und Himalayaländer.

Herr Prof. Dr. *A. Buxtorf,* Basel: Messer aus Nepal, eiserner Stempel aus Tibet.

,, *G. Passavant-Fichter,* Basel: Fayencestücke von der Bekleidung einer Pagode in Bangkok.

,, Dr. *Fritz Sarasin,* Basel: Bronzene Buddhastatue aus Siam.

Malayischer Archipel.

Herr Dr. *W. Bernoulli,* Basel: Sammlung aus Borneo, meist Ost-Borneo, Oberlauf (Apukajan) und Unterlauf des Bulongan oder Kajan-Flusses: Grosse Serie von Tätowierpatronen, Ohrgehänge aus Nashornvogelschnabel geschnitzt und aus Pantherzähnen, Kniebänder, verschiedene Hüte, Kleidung aus Baumbaststoff, Sitzmatten der Männer, Kriegskleid und 2 Kriegsmützen, 2 Schwerter und 3 Hirschhorngriffe, 2 Schilde, Blasrohrpfeilköcher und Pfeilgift, Holz- und Bambusdosen für

Feuerzeug und Sirih, Rucksäcke aus Rotang; ferner 2 Geistermasken vom oberen Kapuasfluss, Metalldolch vom Oberlauf des Katinganflusses, Reislöffel, Messingdosen, Maultrommel und silberne Ohrknöpfe der Malaien des Sultanats Brunei, zahlreiche Modelle der in verschiedenen Teilen Borneos üblichen Bootsformen; Schwert von den Sulu-Inseln; Mythologisches Gemälde von Bali.

China.

Tit. Erben der Frau *Krayer-Foerster* sel., Basel: Mandarinenkleid und Hut, gestickter Teppich, gewobenes Gemälde, 6 Gemälde auf Papier, Bücher mit Malereien auf Reispapier, Sammlung alter Kupferstiche, reich geschnitztes Kästchen, Puppenfiguren, Münzen, silberne Kämme, Essbestecke, Kissen, Lackarbeiten, Pfeifen, Feuerzeug, Laterne.

Herr *G. Passavant-Fichter,* Basel: 6 Ziegelfragmente von den Gräbern der Mingkaiser.

Australien und Melanesien.

Australien.

Herr Dr. *Fritz Sarasin,* Basel: Speerspitzen aus Quarzit, Steinmesser in Fassung, Churingas aus Holz (Schwirrhölzer) und Stein, 10 Stück.

Neu-Guinea.

Herr Dr. *Fritz Sarasin,* Basel: Präparierter Menschenschädel vom Kaiserin Augusta-Fluss.

„ Dr. *P. Staudinger,* Berlin: Steinbeil in Fassung und Armbänder aus Schildpatt aus der Gegend des Friedrich Wilhelm- oder des Hatzfeldhafens.

Salomons-Inseln.

Herr Dr. *Felix Speiser,* Basel: Mit Perlmutter eingelegtes Holzgefäss in Vogelform, Guadalcanar.

Neue Hebriden.

Herr Dr. *Felix Speiser,* Basel: Umfangreiche Sammlung von 1600 Nummern: Kriegs-, Jagd- und Fischspeere, Holz- und Steinkeulen, Bogen, Pfeile, Armschutzvorrichtungen, Steinschleudern, Kämme, Haarschmucke, Stirn-, Nasen- und Ohrschmucke, Halsbänder, Armbänder, Brustschmucke, Kniebänder, Gürtel, Schamschürzen, Holzmesser, Essspatel aus Knochen, Speiseschalen, geflochtene Teller, Schalen und Körbe, Kawaschalen, Geräte zur Kawabereitung, Wasserbehälter, Raspeln, Schaber und Hobel aus Muscheln und Schnecken, Kokosschaber, Brotfruchtklopfer, Mörserkeulen, Feuerzeuge, Fackeln, Feuerzangen, Fächer, Besen, Seile, Schnüre, Geräte zur Flechterei, Beile, Thontöpfe, Grabstöcke, Grabbretter, Bootschnäbel, Bootschöpfer, Ruder, Reusen, Netze, Fallen, Flöten, Maultrommeln, Tritonshörner, Trommeln, Lärmapparate, Schwirrhölzer, Tanzrasseln, Tanzstäbe, Tanzbretter, Tanzpfeile, Tanzkopfschmucke, Masken, Amulette, Fruchtbarkeitszauber, Phallussteine, Opferkeulen, Grabpfosten, Aderlass-, Tätowier-, Beschneidungsgeräte, deformierte Schädel, Muschel- und Federgeld, Spielzeuge, Stein- und Muschelbeilklingen, Klopfsteine, Architekturstücke von Hütten.

Amerika.

Herr Dr. *Armin Im Obersteg,* Basel: Webstuhl der Campas-Indianer, Peru.

Tausch.

Museo Etnografico, Buenos Aires: Graburnen, Begräbnisgeschirre, Maismühle aus Argentinien; Harpunen, Korb, Rindenbecher, Gerät zum Seeigelfang etc. aus Feuerland.

Europa.

Geschenke.

a) An Gegenständen.

Herr *Alioth-Schlumberger* s. o. — Herr Dr. *Arnstein* s. o. — Herr Dr. H. *Bächtold* (s. a. o.): Schnupftuch mit Soldatenkarrikaturen, Nagel für den „eisernen“ Erinnerungsbaum in Freiburg i. Br. — Herr Nationalrat *E. Bally,* Schönenwerd (s. a. o.): Bild von Schusterwerkstätte. — Frau *Burckhardt-Heussler* s. o. — Herr *P. Christ* s. o. — Herr *Th. Delachaux,* Cormondrèche s. o. — Herr Dr. *Forcart:* Kinderhalsband aus Bernsteinperlen. — Herr *M. Gabbud,* Lourtier s. o. — Frau *Grieder-Kaufmann:* Wurzelpfeife. — Frau Dr. *Grüninger-Bischoff:* Tarokspiel. — Herr Prof. *Haegler* s. o. — Herr Prof. *Hoffmann-Krayer* s. o. — *Krayer-Foerster* Erben: Taschenbesteck. — *Kunstgewerbemuseum,* Zürich: Zeichnungen von historischen Schuhformen. — Frau *Lieb-Burckhardt* s. o. — Herr

J. Lörch, Lindencham (s. a. o.): Flachzange, 2 Hauen, Zuger Gewicht, Hohlmass, Kaffeemühle, Pflughaueli, Hakenmesser, Flosshaken, Pergamentbildchen. — Herr *J. Ramseier,* Ostermundingen (s. a. o.): Schlittenmodell, Geschirrbohrer, Winkelmass. — Herr Prof. *Rütimeyer* s. o. — Herr Dr. *G. Ryhiner* s. o. — Herr *A. Schaller-Donauer,* Sisikon (s. a. o.): 2 Herzchen in Backwerk mit Denkspruch. — Frl. *Anny Schneider,* Mels s. o. — Herr *E. R. Seiler* s. o. — Frau *Stadlin-Fröhlich,* Zug (s. a. o.): Eisenlöffel, Halmenspalter. — Herr Prof. *O. Stoll,* Zürich s. o. — Herr *J. Stuber:* 3 Gläser. — Herr Prof. *E. A. Stückelberg* s. o. — Herr *K. Thurneysen* s. o. — Herr *Thurneysen-Mende:* 8 Thonformen für Gebäck oder Gallerte. — Herr *Fr. Ungricht,* Wülflingen: Kürbiskernkörbchen, 4 Bildchen, Rechenpfennig, diverse Drucksachen, Rezepte, Messingstempel. — Herr Dr. *W. Vischer* s. o.

b) An Geld.

Frau *Bachofen-Vischer,* Fr. 50. — Herr Prof. *Dan. Burckhardt,* Fr. 10. — Herr und Frau *Forcart-Bachofen,* Fr. 20. — Herr *R. Gemuseus-Passavant,* Fr. 20. — Herr *F. Hoffmann-La Roche,* Fr. 500. — Herr Dr. *K. R. Hoffmann,* Fr. 50. — Herr *G. Krayer-LaRoche,* Fr. 20. — Herr *M. Krayer-Freyvogel,* Fr. 20. — Herr Prof. *John Meier,* Freiburg i. Br., Fr. 10. — Frau *A. Sarasin-Vonder-Mühll,* Fr. 20. — Herr *E. R. Seiler,* Fr. 10. — Herr *A. Vischer-Krayer,* Fr. 20. — Herr *G. Zimmerlin-Boelger,* Fr. 10.

Anthropologische Sammlung.

Geschenke.

Herr Dr. *Karl Stehlin:* Ein weiblicher Schädel und drei lose Unterkiefer, gefunden am Gotterbarmweg, Alter nach den Beigaben ca. 500 p. c.

Bibliothek.

Geschenke.

Herr Prof. *A. Buxtorf,* Basel: *Wehrli,* Ethnologie von Ober-Burma.

„ Prof. *E. Hoffmann-Krayer,* Basel: 3 Brochüren.

Tit. Erben der Frau *Krayer-Foerster,* Basel: 17 Werke über China, Japan und Afrika.

„ *Museum für Völkerkunde,* Hamburg: Abhandlungen des Hamburger Kolonialinstituts, Bd. 20 (Reihe B. 12).

Tit. *Museum für Völkerkunde,* Leipzig: Veröffentlichungen, Heft 5; Jahrbuch, Bd. 6.

,, *Ethnol. Reichsmuseum,* Leiden: Kataloge Bd. VIII und IX.

Herr Dr. *J. Roux,* Basel: 10 Arbeiten über die Aru- und Kei-Inseln.

Jahresberichte der Museen von Bern, Leiden, Neuchâtel, St. Gallen, Wales.

Manuskript eingegangen 7. Januar 1916.

Siebenunddreissigster Bericht
über die
J. M. Ziegler'sche Kartensammlung
1915.

Da die Gelegenheiten zur Erwerbung von Karten im Berichtsjahre sehr eingeschränkt waren, haben wir nur einen kleinen Teil der disponiblen Mittel auf Ankäufe verwendet. Die Mehrzahl der unter „Anschaffungen“ verzeichneten Kartenwerke sind Kriegskarten, welche auf Rechnung der Universitätsbibliothek erworben worden sind; sie figurieren nur darum in unserem Berichte, weil die Kartenbestände der Bibliothek in die unsrigen eingeordnet werden.

Um so intensiver wurden die Ordnungsarbeiten gefördert. Es sind im ganzen während des Jahres 1915 10 000 Blätter in den letztes Jahr begonnenen neuen Katalog aufgenommen worden; dieselben repräsentieren die Rubriken: Italien; Oesterreich-Ungarn; Skandinavien; Dänemark; Russland; Griechenland; Deutschland; Schweiz; Türkei; Asien; Afrika; Amerika; Australien und Polynesien; die von Peter Merian mit H x signierten geologischen Karten. Mit den letztjährigen Eintragungen beträgt die Zahl der katalogisierten Blätter gegenwärtig 12 682.

Eine Reihe von Blättern, für welche eine Verstärkung wünschenswert schien, ist aufgezogen worden.

Da die neue Frauenarbeitsschule ihrer Vollendung entgegengeht, dürfen wir hoffen, dass das historische Seminar, das seit 1906 provisorisch im Kartenzimmer einquartiert ist, nun in Bälde eine andre Unterkunft finden wird (vgl. den 35. Bericht, 1913).

I. Geschenke.

C. A. Gessler-Herzog:

Nouveau Plan de Strasbourg. 1866. 1 Bl.
Der Canton Thurgau. 1 : 100 000. 1 Bl.
Zieglers dritte Karte der Schweiz. 1 Bl.
Cenni intorno ai monumenti e alle cose più notabili di Ravenna. 1871. 1 Bd.
Der Rhein von Cöln bis Mainz. 1 Bd.
Paris nouveau. 1865. 1 Bl.
A new map of Manchester. 1 Bl.
Album vom Rhein. 1 Bd.
Plan officiel de l'exposition universelle de 1889. 1 Bl.
Diverse ältere Karten. 21 Bl.

Dr. E. Wannier:

Carte du Département du Haut Rhin (Stich). 1 Bl.

Oberstleutn. R. Iselin:

Diverse Karten. 14 Bl.

Staatskanzlei:

Bibliographie d. schweiz. Landeskunde. Facs. V 5, V 9 f. 2 Bde.
Offizielle Zollkarte der Schweiz 1 : 200 000. Bern, Kümmerly u. Frey. 1914. 4 Bl.

Basler Buch- u. Antiquariatshandlung:

Haupt-Katalog von Justus Perthes, Gotha 1915. 1 Bd.

II. Anschaffungen.

J. J. Gerster: Kirchenkarte der Schweiz. 1 : 500 000. Lith. Gebr. Stahlberger, St. Gallen 1914. 1 Bl.

Etzlaubsche Strassenkarte. Getruckt von Georg Glogkendon zu Nurnbergk 1501. Reproduction, Berlin, M. Harrwitz. 1 Bl.

Generalkarte: Der Argonnenwald. 1 : 50 000. München. 1 Bl.

G. Schumacher: Karte des Ostjordanlandes. Bl. A. 1/2. 1 : 63 360. Leipzig, Hinrichs (1915). 1 Bl.

Karte der französischen Gefangenenlager und hauptsächlichsten Hospitäler. 1 : 2 750 000. Hamburg, L. Friedrichsen & Cie. 1915. 1 Bl.

Karte vom Europäischen und Asiatischen Russland, mit Angabe der Orte, in denen sich Gefangene befinden. 1 : 8 250 000 und 1 : 16 500 000. Hamburg, Friedrichsen & Cie. 1915. 1 Bl.

Dàrdano: La regione veneta e le alpi nostre dalle fonti dell Adige al Quarnarno. Carta etnico-linguistica. 1 : 500 000. Novara, Instituto geografico De Agostini. 1915. 1 Bl.

Ravensteins Kriegskarten Nr. 11. Nordfrankreich und Süd-England. 1 : 1 000 000. 1 Bl.
Nr. 12. Westl. Kriegsschauplatz. 1 : 3 500 000. Frankfurt a. M. (1915). 1 Bl.
Nr. 13—23. 11 Bl.

Stadt Basel. 1 : 10 000. Schweiz. Landestopographie, Bern. Ausg. 1913. 1 Bl.

C. Peucker: Die zentralen Balkanländer zwischen Adria und Pontus. Serbien, Bulgarien . . . 1 : 864 000. Aufl. 5. Wien 1915. 1 Bl.

Kriegskarten der Münchner Kriegshilfe Nr. 1—64. 64 Bl.

G. Sickinger: Der Plan der Stadt Bern gemalt von 1603—07 mit Begleitwort von Ed. von Rodt. Bern, A. Francke 1915. Text Tafel. 1 Bd. 1 Bl.

Nordwestl. Belgien 1 : 50 000. Berlin, Eisenschmidt. 4 Bl.

Den verehrlichen Donatoren und Spendern von Jahresbeiträgen sprechen wir für ihre Zuwendungen den verbindlichsten Dank aus. Wir empfehlen ihnen unsere Sammlung auch fernerhin aufs wärmste.

Basel, den 24. März 1915.

Im Namen des Vorstandes
der Naturforschenden Gesellschaft,

Der Sekretär:

H. G. Stehlin.

Rechnung des Kartenvereins für das Jahr 1915.

Einnahmen.

Aktivsaldo voriger Rechnung	Fr.	3,002. 11
Jahresbeiträge	„	145. —
Zinsen	„	757. 50
	Fr.	3,904. 61

Ausgaben.

Honorare	Fr.	325. —
Anschaffungen	„	41. 66
Buchbinder	„	155. 85
	Fr.	522. 51
Aktivsaldo auf 1916	„	3,382. 10
	Fr.	3,904. 61

Status.

Angelegte Kapitalien [1]	Fr.	15,000. —
Aktivsaldo auf neue Rechnung	„	3,382. 10
Status pro 31. Dezember 1915	Fr.	18,382. 10
Status pro 31. Dezember 1914	„	18,002. 11
Vermögenszunahme 1915	Fr.	379. 99

Basel, den 29. Februar 1916.

C. Chr. Bernoulli.

---

[1] In offenem Depot beim Schweiz. Bankverein mit den der Universitäts-Bibliothek gehörenden Kapitalien.

Chronik der Gesellschaft.

Geschäftsjahr 1915—16.

Vorstand.

Herr Prof. Dr. A. Buxtorf, Präsident.
„ Dr. F. Sarasin, Vizepräsident.
„ Dr. H. G. Stehlin, Sekretär.
„ L. Paravicini-Müller, Kassier.
„ M. Knapp, Schriftführer.

1915.

3. Nov.	Herr	Prof. Dr. **L. G. Courvoisier:** Mikroskopische Befunde an Schmetterlingsflügeln.
17. „	„	Ing. **H. E. Gruner:** Das Kraftwerk Laufenburg.
1. Dez.	„	Prof. Dr. **L. Rütimeyer:** Ueber einige altertümliche Geräte und Gebräuche im Kt. Wallis und ihre prähistorischen und ethnigraphischen Parallelen.
15. „	„	Dr. **P. Revilliod:** Les chauves-souris vivantes et fossiles et leur adaptation au vol.
	„	Dr. **H. G. Stehlin:** Ueber das Vorkommen des Moschusochsen im schweizerischen Pleistocaen.

1916.

12. Jan.	Herr	Prof. Dr. **A. Buxtorf:** Die geologischen Befunde im Hauensteinbasis- und Grenchenbergtunnel.
26. „	„	Prof. Dr. **B. Bloch.** Ueber fermentative Oxidation und Pigmentbildung im überlebenden Organismus.
9. Febr.		Demonstration chemischer Laboratoriumsapparate:
	„	Prof. Dr. **H. Rupe:** a) Aether-Extraktionsapparat. b) Thermoregulator für niedere Temperaturen.
	„	Prof. Dr. **F. Fichter:** a) Mikrowage (nach Riesenfeld). b) Leuchtende Quecksilberanoden (nach Bancroft).

23. Febr. Herr Prof. Dr. **A. Hagenbach**: Nachruf an Herrn Dr. P. Chappuis.
„ **K. Baumer**: Zur Pflanzengeographie des oberen Birstales.
8. März „ Dr. **Th. Niethammer**: Untersuchung des momentanen Ganges einer astronomischen Pendeluhr.
26. April „ Dr. **S. Schaub**: Das rekonstruierte Skelett des europäischen Säbeltigers (Machairodus cultridens Cuv).
10. Mai „ Prof. Dr. **H. Rupe**: Chemische und metallographische Untersuchung prähistorischer Metalle.
24. „ „ Dr. **C. Walter**: Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung bachbewohnender Milben.
21. Juni „ Dr. **W. Löffler**: Proteïnogene Amine, ihr Nachweis und ihr Schicksal im Organismus.
5. Juli „ Dr. **H. G. Stehlin**: Die affenartigen Säugetiere der Eocaenzeit.

In der Sitzung vom 21. Juni 1916 ist der Vorstand für das Jahr 1916/17 wie folgt bestellt worden:

Herr Dr. F. Sarasin, Präsident.
„ Prof. Dr. A. Hagenbach, Vizepräsident.
„ Dr. H. G. Stehlin, Sekretär.
„ L. Paravicini-Müller, Kassier.
„ M. Knapp, Schriftführer.

Jahresrechnung der Naturforschenden Gesellschaft in Basel.

1. Juni 1915 bis 31. Mai 1916.

Einnahmen.

Jahresbeiträge		
8 ordentliche p. 1915 à Fr. 12.—	= Fr. 96.—	
310 ordentliche p. 1916 à „ 12.—	= Fr. 3720.—	
35 erhöhte „ „	= „ 706.—	Fr. 4522.—
Separata		„ 330.70
Beitrag des Basler Ingenieur und Architekten-Verein (Vortrag Ing. Gruner)		„ 18.25
Kapitalzinsen		„ 200.—
Conto-Corrent-Zinsen		„ 157.65
		Fr. 5228.60

Ausgaben.

Druckkosten der Verhandlungen	Fr. 3213.55
Tauschverkehr und Einbände	„ 900.—
Sitzungskarten	„ 134.50
Schreibstube für Arbeitslose	„ 213.25
Vorträge und Beihilfe	„ 125.—
Einzugskosten und Porti	„ 42.85
Beitrag an Bund für Naturschutz	„ 50.—
Verschiedenes	„ 50.05
	Fr. 4729.20
Mehreinnahmen	„ 499.40
	Fr. 5228.60

Guthaben

am 31. Mai 1916.

4 Obl. 5 % Stadt St. Gallen 1915 Jouiss. 30. April 1916		Fr. 4000.—
Bei der Handwerkerbank in Basel		
in Depositen-Rechnung	Fr. 1041.50	
in Conto-Corrent Rechnung . . .	„ 3805.15	„ 4846.65
Bei der Schweiz. Postverwaltung		
in Postcheck-Rechnung		„ 161.55
Barbestand in der Kasse		„ 11.05
	Totalguthaben	Fr. 9019.25

Arlesheim, den 30. Mai 1916.

Der Kassier:

L. Paravicini.

Eingesehen und richtig befunden:

Basel, den 30. Mai 1916.

Die Rechnungsrevisoren:

Dr. P. Revilliod.
Dr. R. Menzel.

Genehmigt am 16. Juni 1916.

Nachtrag zum Mitgliederverzeichnis von 1915.

(Band XXVI, p. 292—302)

abgeschlossen den 16. Oktober 1916.

Seit 15. Oktober 1915 sind in die Gesellschaft aufgenommen worden:

1.	Herr	Dr. Eugen Wehrli	1915
2.	„	Dr. Wilhelm Sarasin-His	1915
3.	„	Armin Laubscher	1915
4.	„	Dr. Richard Menzel	1915
5.	„	Robert Grüninger-Zellweger	1915
6.	„	Dr. Walther Bigler	1915
7.	„	Karl Burckhardt-Köchlin, Architekt	1915
8.	„	Dr. Ernst Martz, Direktor, Liesberg	1915
9.	„	Dr. Jean Louis Burckhardt	1915
10.	„	Samuel Flury-Jucker, Lehrer	1915
11.	„	Dr. Ernst Hug	1916
12.	„	R. de Roeder	1916
13.	„	Dr. Gottlieb Imhof	1916
14.	„	Dr. Ernst Buchmann	1916
15.	„	Dr. Hans Zaeslin	1916
16.	Frau	E. Knapp-Refardt	1916
17.	Herr	Dr. Alfred Daneel	1916
18.	„	Dr. Eduard Lenzinger	1916
19.	„	Arnold Refardt-Sarasin	1916
20.	„	Dr. Thomas Reinhold, Katwyk a. Zee	1916
21.	„	Dr. Fritz Heinis	1916
22.	„	Heinrich E. Gruner-Kern, Ingenieur	1916
23.	„	Dr. A. Gansser	1916
24.	„	Prof. Dr. H. Zörnig	1916
25.	„	Dr. Heinrich Schobel	1916
26.	„	Dr. Ernst Oppikofer	1916
27.	„	Dr. Otto Schüepp, Allschwil	1916

Zum Ehrenmitgliede wurde ernannt:

Herr Oberst J. J. Lochmann, Lausanne 1916

Seit 15. Oktober 1915 sind aus der Gesellschaft ausgetreten:

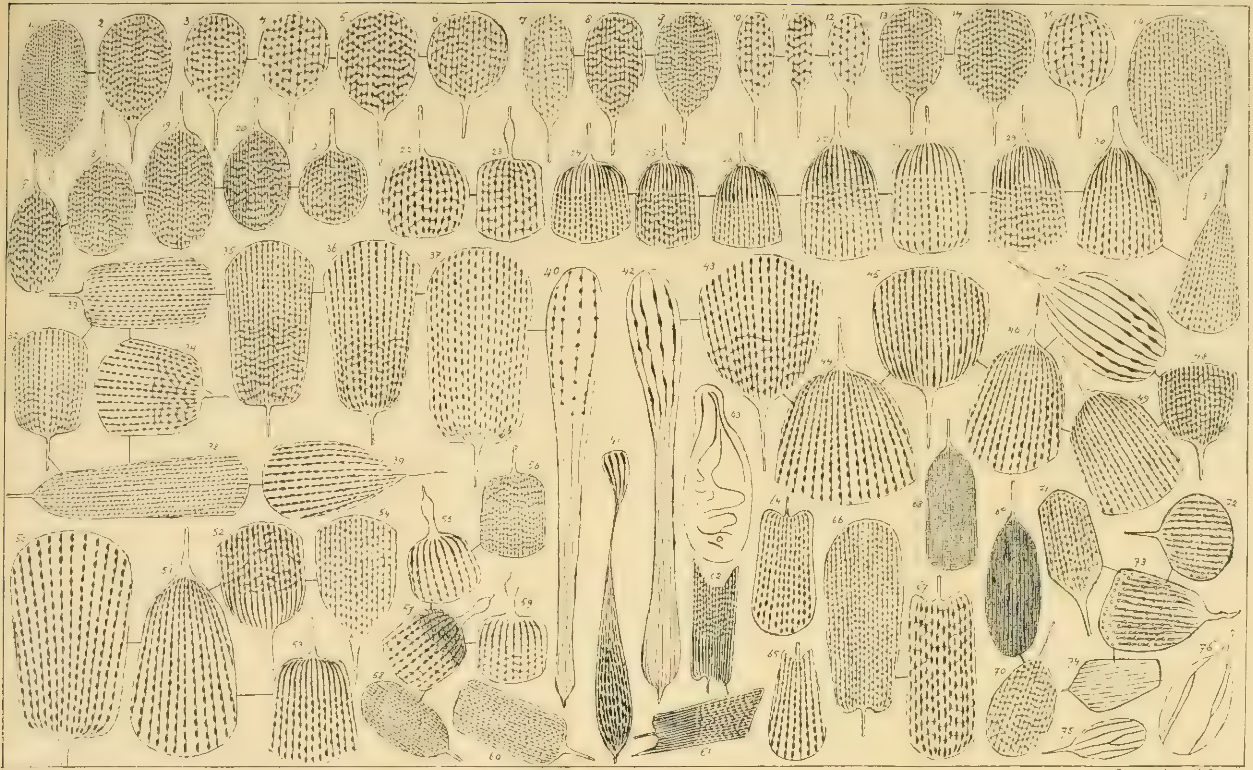
			Mitglied von	bis
1.	Herr	Dr. August Staehelin-Burckhardt	1900	1915
2.	„	K. Werner-Wachter	1912	1915
3.	„	Prof. Eugen Wild	1900	1915
4.	„	Dr. Victor Vuilleumier	1910	1916
5.	„	Dr. Carl Disler	1913	1916
6.	„	Dr. Carl Hübscher-Schiess	1892	1916
7.	„	Dr. Bernhard Diethelm	1912	1916

Durch Tod hat die Gesellschaft im gleichen Zeitraum verloren die ordentlichen Mitglieder:

			Mitglied von	bis
1.	Herr	Dr. Gottlieb Niethammer	1910	1915
2.	„	Rudolf Forcart-Bachofen	1899	1916
3.	„	Dr. Victor Schläpfer	1912	1916
4.	„	Dr. Pierre Chappuis-Sarasin	1880	1916
5.	„	Th. Faesch, Zahnarzt	1910	1916
6.	„	Paul Boeringer-Clavel	1910	1916
7.	„	Dr. Carl Strübin	1901	1916
8.	„	Dr. Albert Grübel	1912	1916
9.	„	Prof. Dr. Carl Hägler-Passavant	1892	1916
10.	„	Prof. Dr. Eduard Hagenbach-Burckhardt	1867	1916

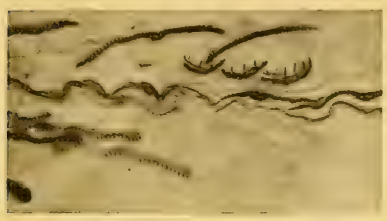
Mitgliederbestand am 10. Oktober 1916:

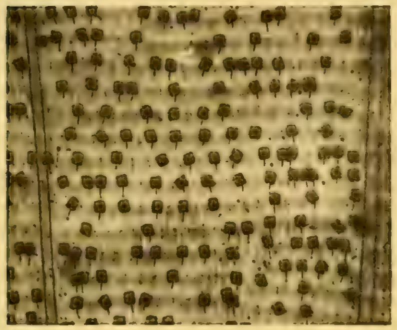
Ehrenmitglieder	9
Korrespondierende Mitglieder	20
Ordentliche Mitglieder	361

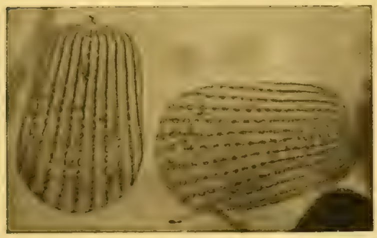

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76

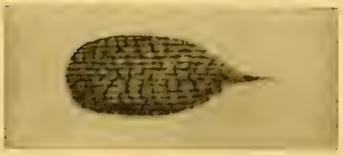
Courvoisier delin.

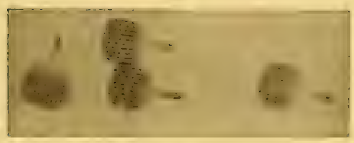
L. G. Courvoisier, Männchenschuppen bei Lycaeniden. Verh. d. Naturf. Ges. in Basel, Band XXVII, Tafel II.

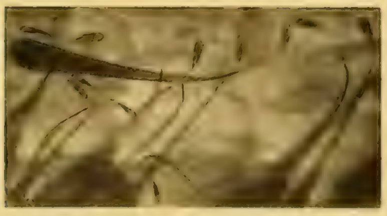

77

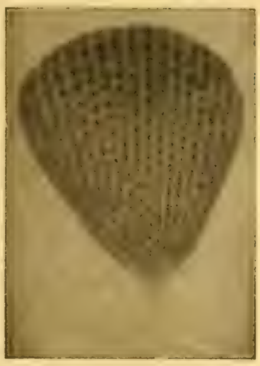

79

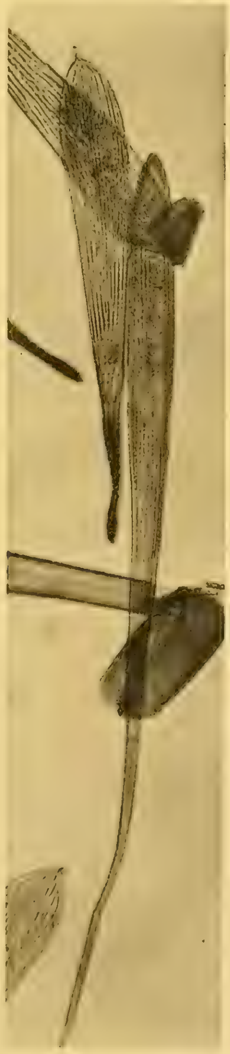

81

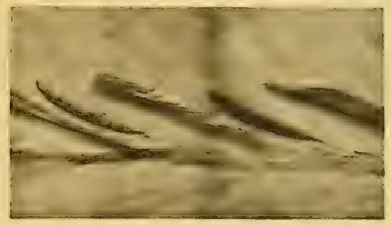

85

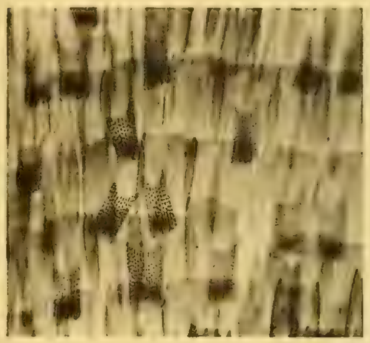

86

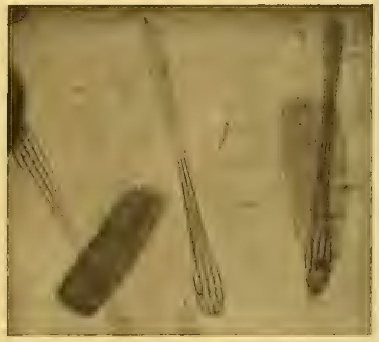

88

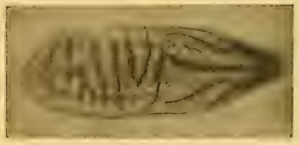

82

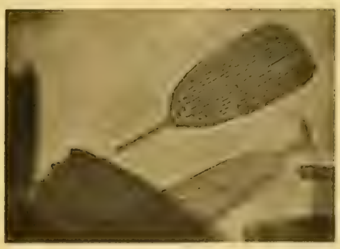

83


78

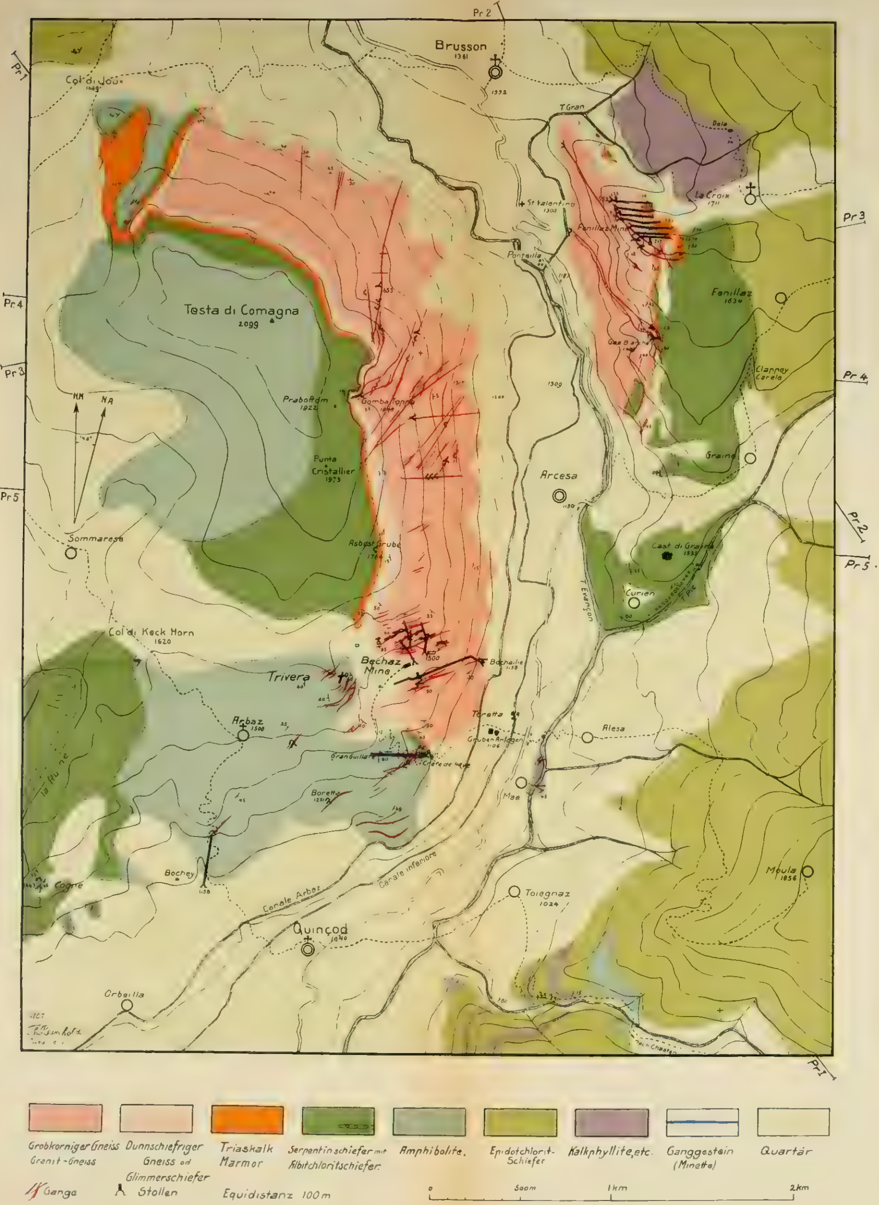

80


84


87

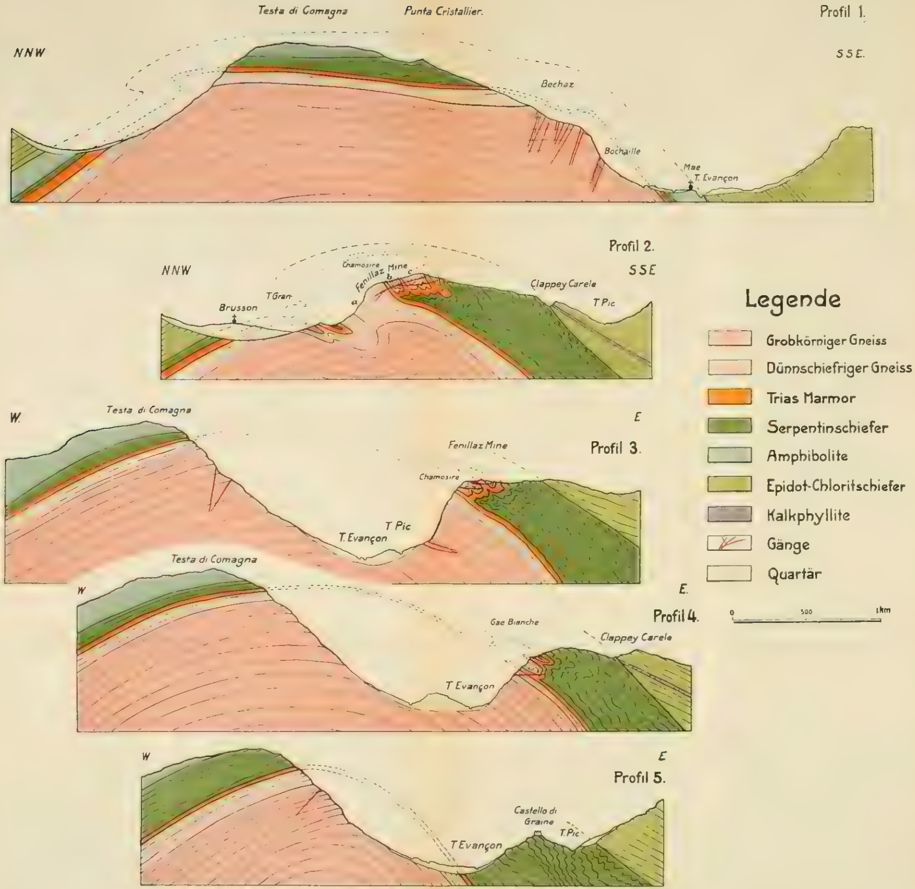

89

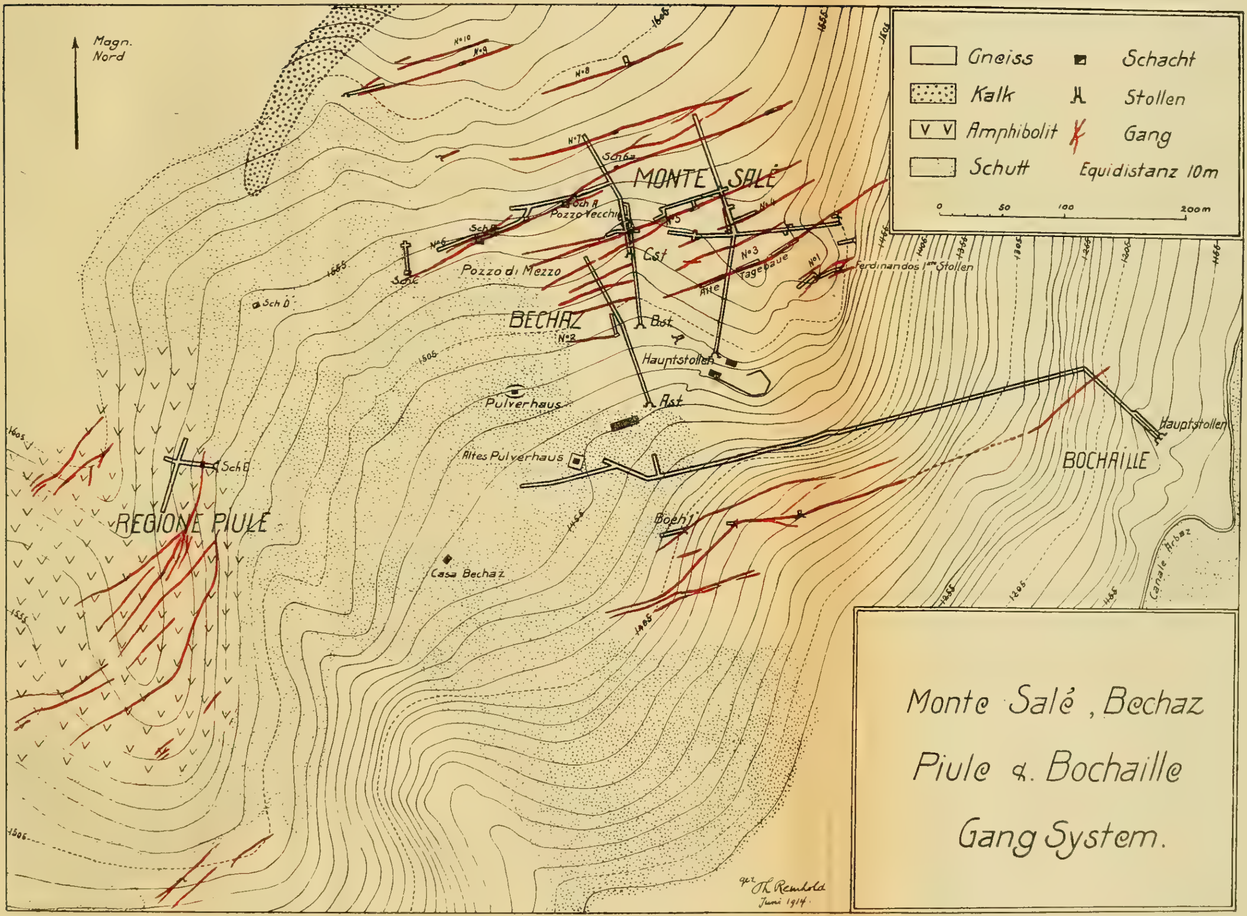
Lichtdruckanstalt Alfred Ditisheim, Basel.

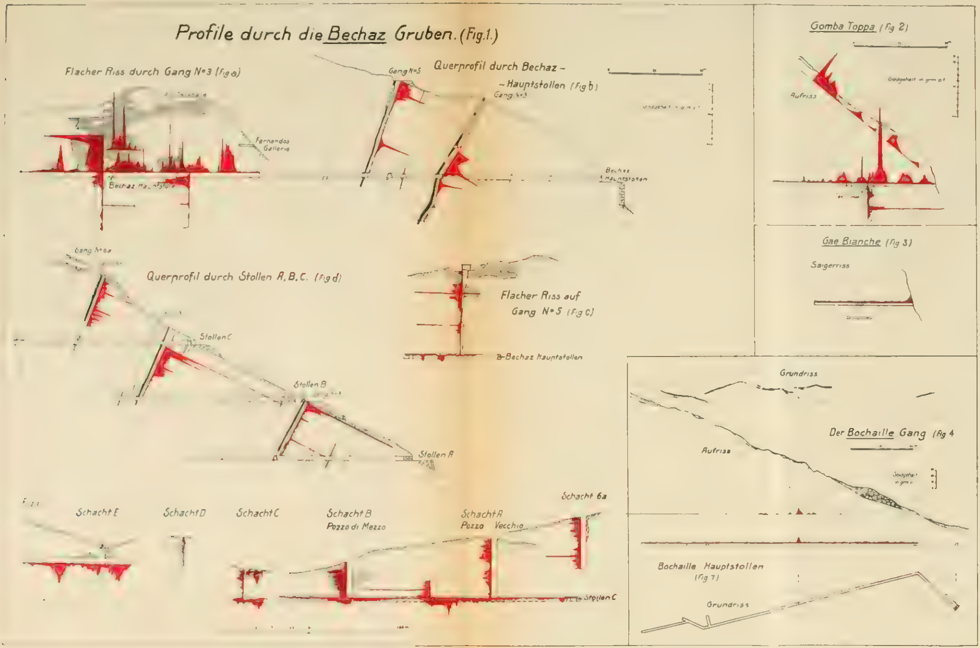

Pr 2
Brusson
1361
Pr 1
Col di Joux
T Gran
Dela
La Croix
1711
St Valentino
1305
Fenillaz Mine
Pontailla
Pr 3
Fenillaz
1634
Pr 4
Testa di Comagna
2099
Pr 3
Clapey
Carelo
Pr 4
Praborna
1922
Gombattone
NM
NA
Punta
Cristallier
1973
Graines
Arcesa
Pr 5
Pr 2
Sommarese
Asbest Grube
1764
Cast di Graines
Pr 5
Curien
T Evançon
Col di Keck Horn
1620
Bechaz
Mine
Bechallie
Trivera
Arbaz
1500
Teretta
Gruben Anlagen
Alesa
Granbuillaz
Crête de Herbe
la Rune
Boretta
Mae
Bochey
Coigre
Canale Arbaz
Canale inferiore
Toiegnaz
1024
Moula
1856
Quinçod
1040
Orbeilla
nach Châtillon
Pr 1
Grobkorniger Gneiss Granit-Gneiss
Dunnschiefriger Gneiss od Glimmerschiefer
Triaskalk Marmor
Serpentinschiefer mit Albitchloritschiefer.
Amphibolite.
Epidotchlorit-Schiefer
Kalkphyllite, etc.
Ganggestein (Minette)
Quartär
Gänge
Stollen
Equidistanz 100 m
0
500m
1km
2km

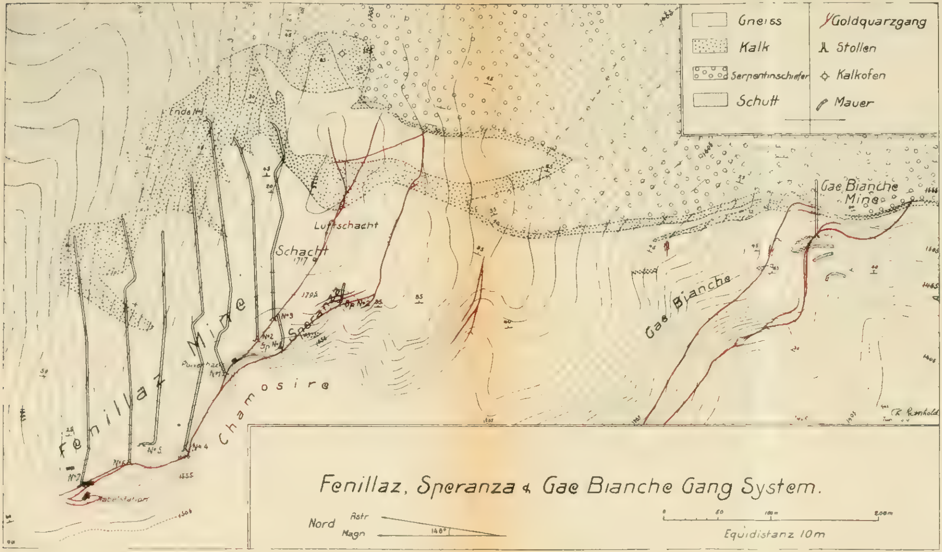
Th. Reinhold, Die Goldpyritgänge von Brusson in Piemont.

Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, Band XXVII, Tafel IV

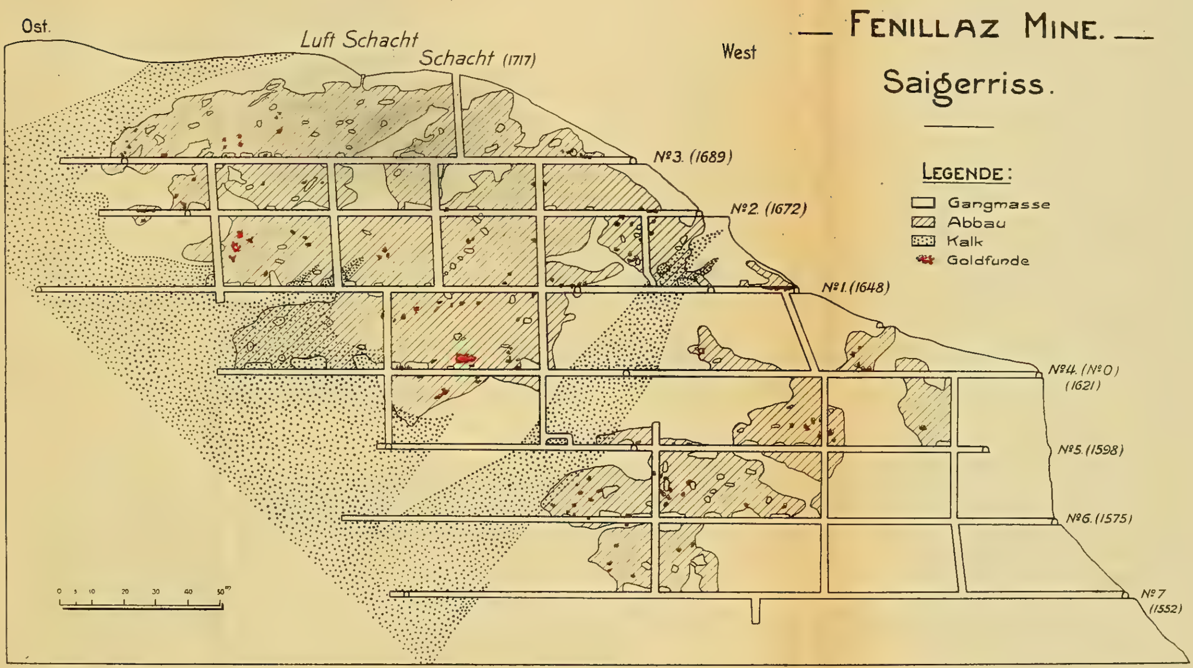

Testa di Comagna
Punta Cristallier.
Profil 1.
NNW
SSE.
Bechaz
Bochaille
Mae
T. Evançon
Profil 2.
NNW
SSE
Chamosire
Fenillaz Mine
a
b
c
Clappey Carele
T Pic
T Gran
Brusson
Legende
Grobkörniger Gneiss
Dünnschiefriger Gneiss
Trias Marmor
Serpentinschiefer
Amphibolite
Epidot-Chloritschiefer
Kalkphyllite
Gänge
Quartär
W.
Testa di Comagna
E
Profil 3.
Fenillaz Mine
Chamosire
T Pic
T. Evançon
Testa di Comagna
W
E.
Profil 4.
Gae Bianche
Clappey Carele
T Evançon
0
500
1km
W
E
Profil 5.
Castello di Graine
T Pic
T Evançon


Magn. Nord
Gneiss
Kalk
Amphibolit
Schutt
Schacht
Stollen
Gang
Equidistanz 10m
0 50 100 200m
Monte Salé, Bechaz
Piule & Bochaille
Gang System.
MONTE SALÉ
BECHAZ
REGIONE PIULE
BOCHAILLE
N°10
N°9
N°8
N°7
N°6
N°5
N°4
N°3
N°2
N°1
Sch 6a
Sch A
Pozzo Vecchio
Sch B
Sch C
Sch D
Sch E
Pozzo di Mezzo
Cst
Bst
Ast
Alte Tagebaue
Ferdinandos Iᵐ Stollen
Hauptstollen
Pulverhaus
Altes Pulverhaus
Casa Bechaz
Boch I
Canale Arbaz
1605
1555
1505
1455
1405
1355
1305
1255
1205
Th. Reinhold
Juni 1914


Profile durch die Bechaz Gruben. (Fig. 1.)
Flacher Riss durch Gang No 3 (Fig a)
Fernandos Gallerie
Bechaz Hauptstollen
Gang No 5
Querprofil durch Bechaz - - Hauptstollen (Fig b)
Gang No 3
Bechaz Hauptstollen
Gang No 6a
Querprofil durch Stollen A, B, C. (Fig d)
Stollen C
Stollen B
Stollen A
Flacher Riss auf Gang No 5 (Fig c)
B Bechaz Hauptstollen
Schacht E
Schacht D
Schacht C
Schacht B Pozzo di Mezzo
Schacht A Pozzo Vecchio
Schacht 6a
Stollen C
Gomba Toppa (Fig 2)
Aufriss
Goldgehalt in gm p t
Gae Bianche (Fig 3)
Saigerriss
Grundriss
Der Bochaille Gang (Fig 4
Aufriss
Goldgehalt in gm p t
Bochaille Hauptstollen (Fig 7)
Grundriss


Gneiss
Kalk
Serpentinschiefer
Schutt
Goldquarzgang
Stollen
Kalkofen
Mauer
Fenillaz Mine
Chamosire
Speranza
Gae Bianche
Gae Bianche Mine
Luftschacht
Schacht 1717
Ende N°1
N°1
N°2
N°3
N°4
N°5
N°6
N°7
Sp N°1
Sp N°2
Pulverhaus
Kabelstation
Nord
Astr
Magn
148°
0
50
100m
200m
Equidistanz 10m
Th. Reinhold

Fenillaz, Speranza & Gae Bianche Gang System.


— FENILLAZ MINE. —
Saigerriss.
LEGENDE:
Gangmasse
Abbau
Kalk
Goldfunde
Ost.
West
Luft Schacht
Schacht (1717)
Nº3. (1689)
Nº2. (1672)
Nº1. (1648)
Nº4. (Nº0) (1621)
Nº5. (1598)
Nº6. (1575)
Nº7 (1552)
0 5 10 20 30 40 50m

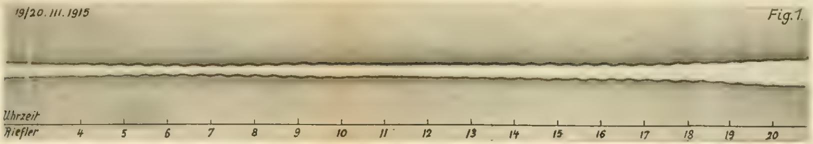


Fig. 1.

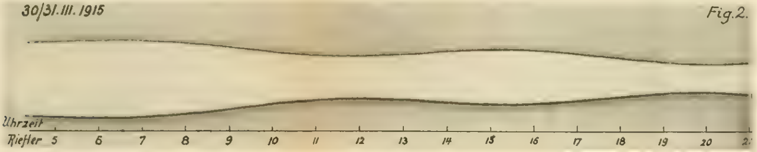


Fig. 2.

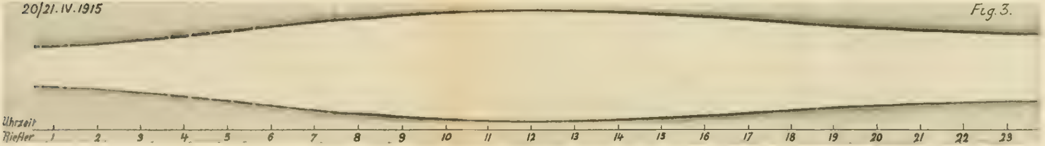


Fig. 3.

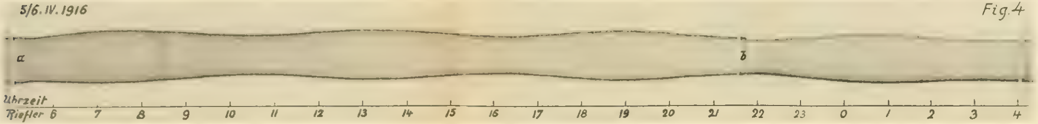


Fig. 4

Tafel I Hauensteinbasistunnel.

Prognosen (Mühlberg & Buxtorf) und Befund (Aufnahme Buxtorf).

Fig 1. Prognostisches Profil von F. Mühlberg 1910.

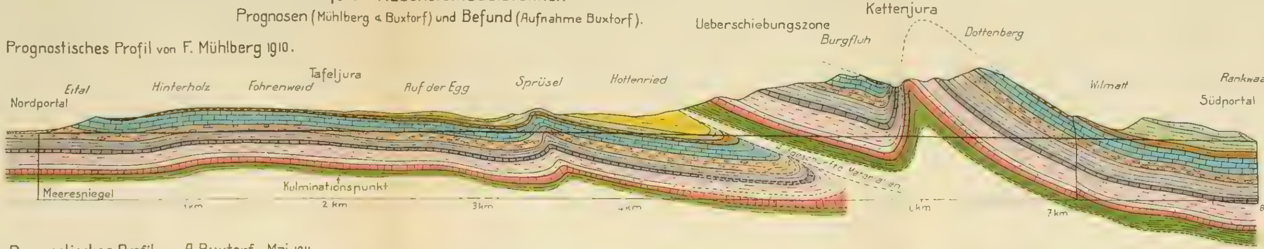

Kettenjura
Ueberschiebungszone
Burgfluh
Dottenberg
Tafeljura
Eital
Hinterholz
Fohrenweid
Auf der Egg
Sprüsel
Hottenried
Wilmatt
Rankwaage
Nordportal
Südportal
Kulminationspunkt
Meeresspiegel
aufgeschürfte Varians-Sch.
1km
2 km
3km
4km
6km
7km
8245

Fig 2. Prognostisches Profil von A. Buxtorf. Mai 1911

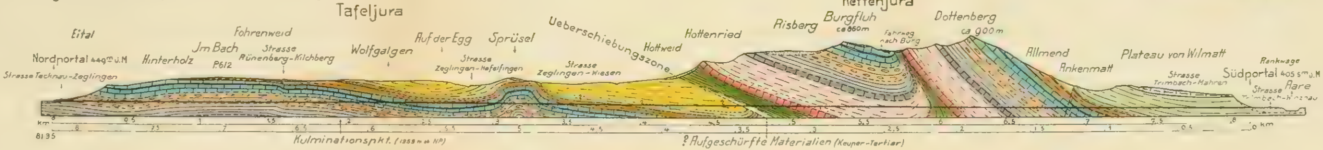
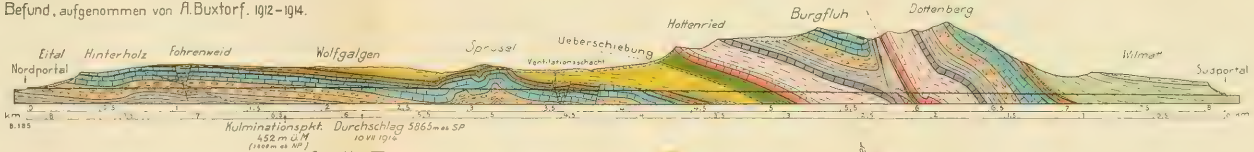

Tafeljura
Kettenjura
Eital
Fohrenweid
Jm Bach
P.612
Nordportal 449 m ü.M
Hinterholz
Strasse Rünenberg-Kilchberg
Wolfgalgen
Auf der Egg
Sprüsel
Strasse Zeglingen-Hefelfingen
Strasse Tecknau-Zeglingen
Ueberschiebungszone
Hottweid
Strasse Zeglingen-Wiesen
Hottenried
Risberg
Burgfluh
ca 860m
Fahrweg nach Burg
Dottenberg
ca 900 m
Allmend
Ankenmatt
Plateau von Wilmatt
Strasse Trimbach-Mahren
Rankwage
Südportal 405 m ü.M
Aare
Strasse Trimbach-Winznau
km
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
6
6.5
7
7.5
8
0 km
8135
Kulminationspkt. (1355 m ab NP)
? Aufgeschürfte Materialien (Keuper-Tertiär)

Fig 3. Befund, aufgenommen von A. Buxtorf. 1912–1914.


Hottenried
Burgfluh
Dottenberg
Eital
Hinterholz
Fohrenweid
Wolfgalgen
Sprüsel
Ueberschiebung
Ventilationsschacht
Nordportal
Wilmatt
Südportal
km
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
6
6.5
7
7.5
8
0 km
8.185
Kulminationspkt.
452 m ü.M
(1400 m ab NP)
Durchschlag 5865 m ab SP
10 VII 1914

Quartär ▨

Tertiär
- ▨ Obermiocaene Mergel
- ▨ Susswasserkalke
- ▨ Sandsteine & Conglomerate

Malm
- ▨ Sequan
- ▨ Geissberg-Sch
- ▨ Effinger-Sch
- ▨ Birmensdorfer-Sch.
- Oxford

Dogger
- ▨ Callovien-Varians-Sch
- ▨ Hauptrogenstein
- ▨ Blagdeni-Murchisonae-Sch.
- ▨ Opalinuston

Lias
- ▨ Lias

Keuper
- ▨ Keuper

Muschelkalk
- ▨ Trigonodusdolomit
- ▨ Hauptmuschelkalk
- ▨ Anhydritgruppe

1:25000

0 500 1km

Geograph. Anst. Kümmerly & Frey Bern

Tafel III

Theoretische Profile zur Erklarung der Tektonik des Grenchenbergs

Entworfen von A. Buxtorf. Dez 1915.

Fig 1

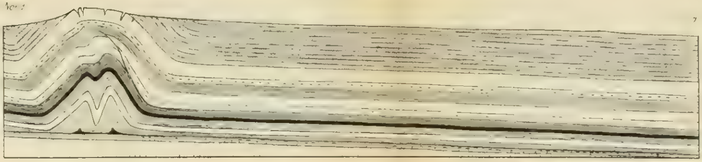


Fig 2

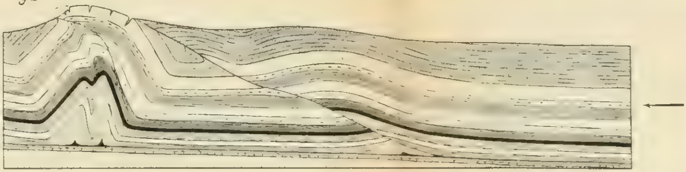


Fig 3

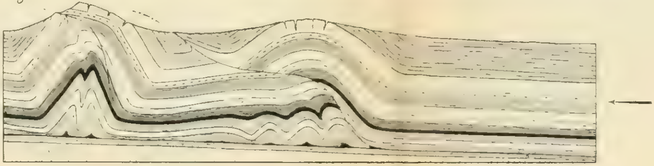


Fig 4

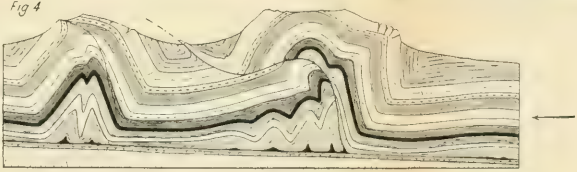
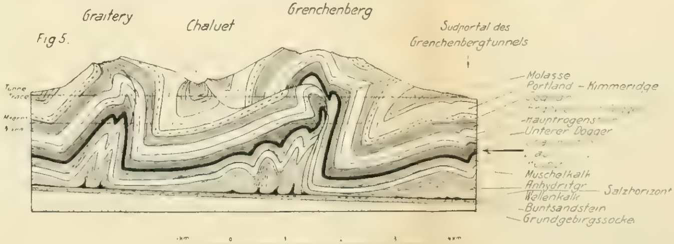
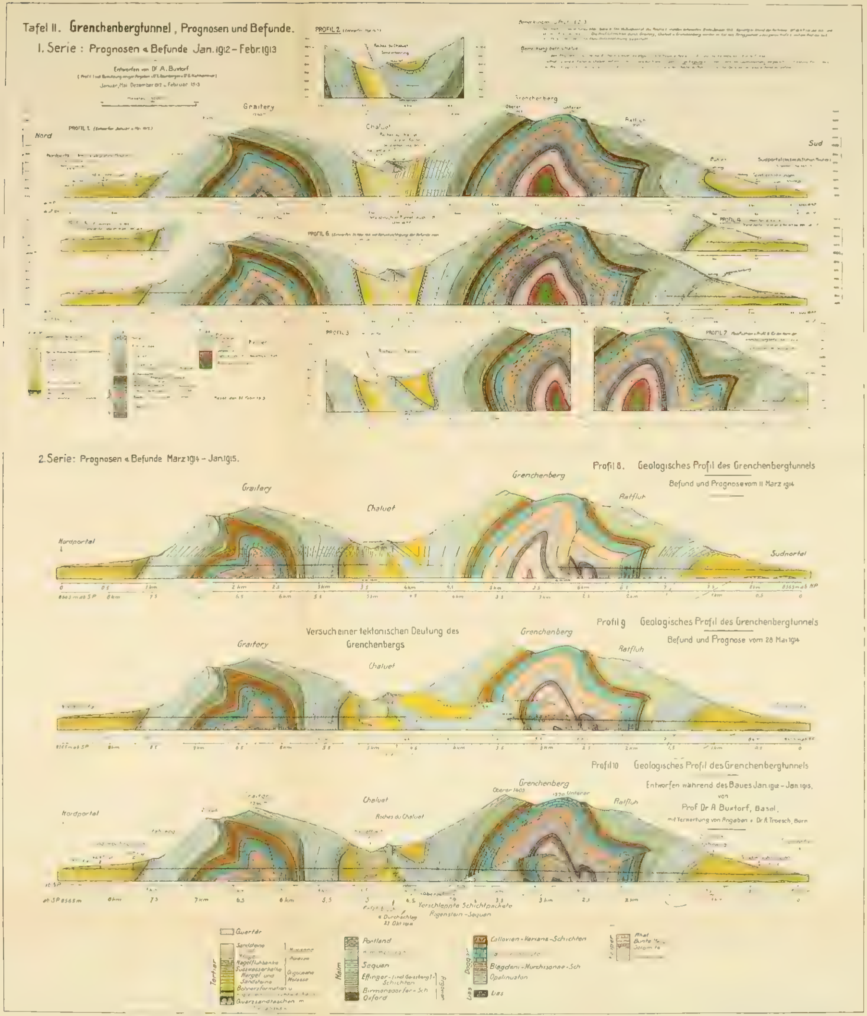


Fig 5.


Graitery
Chaluet
Grenchenberg
Sudportal des Grenchenbergtunnels
Molasse
Portland – Kimmeridge
Hauptrogenst
Unterer Dogger
Muschelkalk
Anhydritgr
Salzhorizont
Wellenkalk
Buntsandstein
Grundgebirgssocke
0
1
3
4 km

Graph Anst W Wassermann, Basel

A.


Tafel II. Grenchenbergtunnel, Prognosen und Befunde.
I. Serie: Prognosen u. Befunde Jan. 1912 – Febr. 1913
Entworfen von Dr. A. Buxtorf
Januar, Mai, Dezember 1912 u. Februar 1913
PROFIL 1.
PROFIL 2
Nord
Graitery
Chaluet
Grenchenberg
Oberer
Unterer
Rötifluh
Sud
PROFIL 6
PROFIL 4
PROFIL 3
PROFIL 7
2. Serie: Prognosen u. Befunde März 1914 – Jan. 1915.
Profil 8. Geologisches Profil des Grenchenbergtunnels
Befund und Prognose vom 11 März 1914
Graitery
Chaluet
Grenchenberg
Rotfluh
Nordportal
Sudportal
0
0.5
1 km
2 km
2.5
3 km
3.5
4 km
4.5
5 km
5.5
6 km
6.5
7
7.5
8 km
8565 m ab NP
8565 m ab SP
Profil 9 Geologisches Profil des Grenchenbergtunnels
Befund und Prognose vom 28 Mai 1914
Versuch einer tektonischen Deutung des Grenchenbergs
Graitery
Chaluet
Grenchenberg
Rotfluh
Profil 10 Geologisches Profil des Grenchenbergtunnels
Entworfen während des Baues Jan. 1912 – Jan. 1915,
von
Prof. Dr. A. Buxtorf, Basel,
mit Verwertung von Angaben v. Dr. A. Troesch, Bern
Nordportal
Graitery
Chaluet
Roches du Chaluet
Grenchenberg
Oberer 1403
1370 Unterer
Rotfluh
ab SP 8565 m
Verschleppte Schichtpackete
Rogenstein – Sequan
Durchschlag 27 Okt. 1914
Quartär
Tertiar
Sandsteine
Nagelfluhbänke
Süsswasserkalke
Mergel und Sandsteine
Oligocaene Molasse
Bohnerzformation u.
Quarzsandtaschen
Malm
Portland
Sequan
Effinger- (und Geissberg-) Schichten
Argovien
Birmensdorfer-Sch.
Oxford
Dogger
Callovien-Varians-Schichten
Blagdeni-Murchisonae-Sch.
Opalinuston
Lias
Lias
Keuper
Rhät
Bunte
Dolomite

Lithograph. Anst. Kümmerly & Frey, Bern

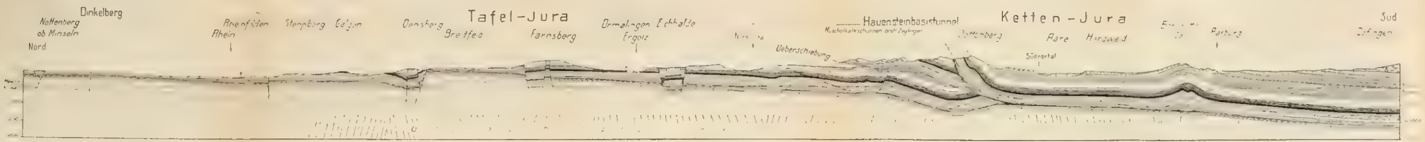
Tafel IV

Zwei Querprofile durch das nordschweizerische Juragebirge mit Verwertung der Befunde im Hauensteinbasis- u. Grenchenbergtunnel

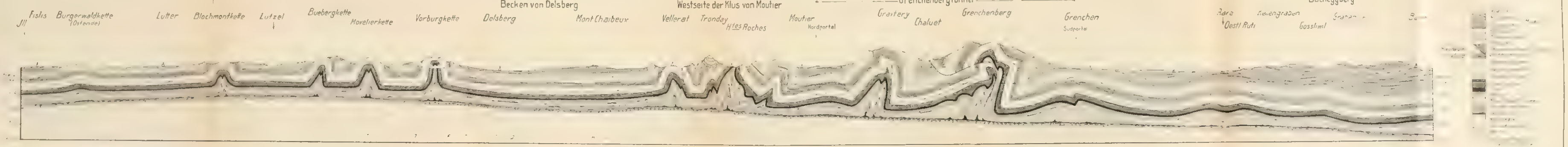
Entworfen von A. Buxtorf 1915-16

Maasstab 1 : 60000

Profil 1


Dinkelberg
Nottenberg ob Minseln
Nord
Rheinfelden
Rhein
Sternberg
Galgen
Oensberg
Tafel-Jura
Bretfeo
Farnsberg
Ormalingen
Eckhalde
Ergolz
Ueberschiebung
Hauensteinbasistunnel
Muschelkalkschuppen östl. Zeglingen
Dottenberg
Kettenjura
Südportal
Aare
Hardwald
Aarburg
Süd
Zofingen

Profil 2


Jll
Fislis
Burgerwaldkette (Ostende)
Lutter
Blochmontkette
Lützel
Bueberkette
Movelierkette
Vorburgkette
Becken von Delsberg
Delsberg
Mont Chaibeux
Westseite der Klus von Moutier
Vellerat
Tronday
Htes Roches
Moutier
Nordportal
Grenchenbergtunnel
Graitery
Chaluet
Grenchenberg
Grenchen
Südportal
Bucheggberg
Aare
Oestl. Rüti
Gossliwil

AUG 13 1917

Verhandlungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Basel

Band XXVII

Mit 13 Tafeln, 1 Portrait und 51 Textfiguren

Basel
Georg & Cie., Verlag
1916

Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I und II zu L. G. Courvoisier:

Über Männchenschuppen bei Lycaeniden.

Tafel III, IV, V, VI, VII und VIII zu Th. Reinhold:

Die Goldpyritgänge von Brusson in Piemont.

Tafel IX zu Th. Niethammer:

Untersuchung einer Riefler'schen Pendeluhr.

Tafel X, XI, XII und XIII zu A. Buxtorf:

GEORG & C°, Verlag, Basel, Genf und Lyon

Separat-Abdrücke

aus den

Denkschriften der Allgemeinen schweiz. naturforschenden Gesellschaft.

Bärtschi, Ernst. Das westschweizer. Mittelland. Versuch einer morphologischen Darstellung, 1913. 160 S. mit 19 Textfiguren und 1 Karte. Fr. **10.**—

Becker, W. Die Violen der Schweiz, 1910. VIII. 82 S. mit 4 Tafeln. Fr. **6.**—

Braun, Jul. Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rätisch-Lepontinischen Alpen. Ein Bild des Pflanzenlebens an seinen äussersten Grenzen, 1913. VIII, 348 S. mit 4 Tafeln und 1 Karte. Fr. **25.**—

Bretscher, K. Der Vogelzug im schweiz. Mittelland in seinem Zusammenhang mit den Witterungsverhältnissen, 1915. 129 S. Fr. **4.**—

Carl, Johann. Monographie der Schweiz. Isopoden, 1908. 136 S. mit 6 Tafeln. Fr. **11.**—

Frey, Oskar. Talbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuss, 1907. 185 S. mit 3 Tafeln und 2 Karten. Fr. **15.**—

Ganz, Ernst. Stratigraphie der mittl. Kreide (Gargasien, Albien) der oberen helvetischen Decken in den nördl. Schweizeralpen, 1913. VII, 148 S. mit 20 Textfiguren, 2 Kartenskizzen und 11 Tafeln. Fr. **15.**—

Hoessly, H. Kraniologische Studien an einer Schädelserie aus Ostgrönland. (Erg. der Schweiz. Grönlandexpedition 1912/13), 1916. 54 Seiten mit 3 Tafeln. Fr. **6.**—

Jahrhundertfeier der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft. — Notices historiques et documents réunis par la commission historique instituée à l'occasion de la session annuelle de Genève (12–15 Septembre 1915), 1915. 316 S. Fr. **15.**—

Keller, Conr. Studien über die Haustiere der Kaukasusländer, 1913. 61 S. mit 8 Tafeln und 21 Textfiguren. Fr. **10.**—

— Studien über die Haustiere der Mittelmeer-Inseln, 1911. 88 S. mit 20 Textfig. und 8 Tafeln. Fr. **10.**—

Mercanton, Prof. Dr. P. L. Vermessungen am Rhonegletscher. Mensurations au glacier du Rhône, 1916. Mit Einleitung von L. Rütimeyer, Vorwort von Alb. Heim und Beiträgen von L. Held. 191 S. mit 10 Plänen in Mappe, 2 Plänen, 28 Figuren und Tafeln und 74 Zahlentabellen im Text. Fr. **35.**—

Schaub, Samuel. Das Gefieder von Rhinochetus jubatus und seine postembryonale Entwicklung, 55 S. mit 1 Lichtdrucktafel und 12 Figuren im Text. Fr. **5.**—

Schwerz, Franz. Versuch einer anthropologischen Monographie des Kantons Schaffhausen, spez. des Klettgaues, 1910. 210 S. mit 89 Figuren, 1 Karte und 87 Tabellen im Text. Fr. **14.**—

Tröndle, Dr. Arthur. Untersuchungen über die geotropische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der Reizphysiologie, 1915. 84 Seiten mit 2 Textfiguren. Fr. **5.**—

Zahn, Dr. Karl Herm. Die Hieracien der Schweiz, 1906. 568 Seiten. Fr. **35.**—

Inhalt.

Seite

C. Schmidt. Worte der Erinnerung an Prof. Dr. F. Mühlberg 1

K. Strübin. Nerinea basileensis Thurm., aus dem untern Hauptrogenstein der Umgebung von Basel . . . 5

L. G. Courvoisier. Über Männchenschuppen bei Lycaeniden 11

Th. Reinhold. Die Goldpyritgänge von Brusson in Piemont 49

A. Hagenbach. Zur Erinnerung an Dr. Pierre E. Chappuis 87

H. G. Stehlin. Über einen Ovibosfund aus dem späten Pleistocän des schweizerischen Mittellandes . . . 93

Th. Niethammer. Untersuchung einer Riefler'schen Pendeluhr 100

H. Rupe und **F. Müller.** Chemische und metallographische Untersuchung prähistorischer Eisenfunde 108

W. Mörikofer. Klimatische Normalwerte für Basel . . . 149

P. Revilliod. A propos de l'adaptation au vol chez les Microchiroptères 156

A. Buxtorf. Prognosen und Befunde beim Hauensteinbasis- und Grenchenbergtunnel und die Bedeutung der letztern für die Geologie des Juragebirges . . . 184

F. Sarasin. Bericht über das Basler Naturhistorische Museum für das Jahr 1915 255

F. Sarasin. Bericht über die Sammlung für Völkerkunde des Basler Museums für das Jahr 1915 280

H. G. Stehlin. Dr. J. M. Zieglersche Kartensammlung. Siebenunddreissigster Bericht 310

Chronik der Gesellschaft 314

Jahresrechnung der Gesellschaft 316

Nachtrag zum Mitgliederverzeichnis von 1915 318

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 03182